

ECOLE DOCTORALE SIBAGHE

(Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géoscience, Hydrologie et Environnement)

Thèse

pour l'obtention du titre de

Docteur de Montpellier SupAgro

Champ Disciplinaire

Agronomie

Livia NAVEGANTES-ALVES

**Interactions entre
pratiques de gestion du pâturage et
envahissement par les adventices chez les
éleveurs bovins en Amazonie Orientale**

*Thèse dirigée par **Charles-Henri MOULIN**
et coencadré par **Johann HUGUENIN***

Soutenue le 1^{er} décembre 2011

Jury :

François BOCQUIER, Professeur, Montpellier SupAgro, Examineur

Gilles BRUNSCHWIG, Professeur, VétAgroSup Clermont-Ferrand, Rapporteur

Benoît DEDIEU, DR, INRA, UMR Métafort, Clermont-Ferrand, Examineur

Jean LOSSOUARN, Professeur, AgroParisTech, Rapporteur

Charles-Henri MOULIN, Professeur associé, Montpellier SupAgro, Examineur

Sommaire

INTRODUCTION

GENERALE.....	5
---------------	---

CHAPITRE 1: L'expansion des pâturages au détriment de la forêt et la dégradation des pâturages en Amazonie orientale : émergence d'une problématique.....9

1.1 La déforestation, les fronts pionniers et l'élevage bovin en Amazonie orientale .	11
1.1.1 progression de la déforestation.....	11
1.1.2 Une colonisation fondée sur l'élevage bovin extensif.....	14
1.1.3 Les processus d'occupation et d'utilisation de l'espace dans les fronts pionniers	17
1.2 La dégradation des pâturages : un processus lié aux pratiques agricoles	19
1.2.1 La dialectique du concept de dégradation des pâturages en Amazonie.....	19
1.2.2 La dégradation agricole des pâturages : délimitation du point de vue adopté sur la dégradation.....	20
1.2.3 L'influence des facteurs pédologiques sur l'évolution de la végétation	23
1.2.4 Le rôle des techniques et pratiques	25
1.3 Problématique et question de recherche	30
1.3.1 Formulation de la problématique.....	30
1.3.2 Questions et hypothèses	33

CHAPITRE 2 : LE DISPOSITIF DE RECHERCHE.....34

2.1 La démarche générale	35
2.1.1 Caractériser la diversité des modes de gestion des pâturages	37
2.1.2 Identifier les changements des pratiques de gestion des pâturages	38
2.1.3 Comprendre le choix des pratiques au long d'une année	38
2.1.4 Évaluer la végétation.....	38
2.2 Le cadre et éléments théoriques de l'étude	39
2.2.1 L'approche systémique et le rôle central de l'homme dans les systèmes agricoles	39
2.2.2 Les niveaux d'organisation temporels.....	42
2.2.3 Les niveaux d'organisation spatiaux	43
2.2.4 Précisions sur les pratiques étudiées.....	46
2.3 Choix des unités d'observation.....	48
2.4 Recueil et traitements des données	55
2.4.1 Les questionnaires sur les systèmes de production dans les deux localités	55
2.4.2 Cartographie des territoires d'exploitation	56

2.4.3 Enquêtes rétrospectives	57
2.4.4 Entretiens historiques au niveau du système agraire	58
2.4.5 Le suivi des pratiques.....	59
2.4.6 Évaluation de la végétation: mise au point méthodologiques	60
CHAPITRE 3 : ANALYSE DES CHANGEMENTS DE PRATIQUES.....	69
3.1 – Article soumis :	69
3.1.1 – RÉSUMÉ	69
3.1.2 - INTRODUCTION.....	71
3.1.3 PROCÉDURES MÉTHODOLOGIQUES.....	72
3.1.4 - DYNAMIQUE AGRAIRE RÉGIONALE : ÉVÉNEMENTS AYANT MOTIVÉ DES CHANGEMENTS.....	77
3.1.5 - DIVERSITÉ DES SYSTÈMES DE PRODUCTION AU SEIN DE LA COLONIE DE BELO HORIZONTE.....	78
3.1.6- REPRÉSENTATION DES CHANGEMENTS.....	82
3.1.7 - CHANGEMENTS DU SYSTÈME FAMILLE-EXPLOITATION ET DES PRATIQUES.....	84
3.1.8 - LES ÉTAPES DU CHANGEMENT.....	85
3.1.10 - CONSIDÉRATIONS FINALES	88
CHAPITRE 4 :Dégradation des pâturages liée aux trajectoires des exploitations.....	92
4.1. Article soumis :	92
4.1.1 – Abstract.....	92
4.1.2 – Introduction	93
4.1.3 - MATERIALS AND METHODS.....	95
4.1.4 – Results.....	98
4.1.5 – Discussion.....	103
4.5.3 - Grassland stability and management modes.....	106
4.1.6 – Conclusions	108
CHAPITRE 5 : Analyse des liens entre l'hétérogénéité d'invasion par les adventices et la diversité des conduites techniques des parcs pâturés chez des éleveurs bovins d'Amazonie Orientale.....	110
5.1 – Manuscrit	110
5.1.1 Introduction.....	110.
5.1.2 - Matériel et méthodes.....	111
5.1.2.1 - Échantillonnage des établissements suivis	112
5.1.2.2 - Collecte des données.....	114
5.1.2.3 - Traitements des données.....	115
5.1.3 - Résultats.....	117
5.1.3.1 - État et dynamique de la végétation.....	117

5.1.3.2 - Conduite du pâturage	120
5.1.3.3 - Fonctions et caractéristiques des parcs	122
5.1.3.4 - Déterminants des choix de conduite et dynamique de végétation	123
5.1.4 - Discussion.....	125
5.1.4.1 - Affectation des parcs à une fonction et conduite du pâturage	125
5.1.4.2 - Conduite du pâturage, lutttes contre les adventices et dynamique de végétation.	128
5.1.4.3 - Différentes perceptions de la dégradation des pâturages	129
5.1.4.4 - Stratégies d'utilisation du territoire dans les exploitations d'élevage	130
5.1.5 – Conclusion	134
CHAPITRE 6 : Discussion – conclusion générale.....	136
6.1. Synthèse des principaux résultats	136
6.2. Portées et limites du travail.....	141
6.3. Perspectives : comment promouvoir une meilleure conduite du pâturage ?	144
Références bibliographiques.....	147
ANNEXES.....	163

INTRODUCTION GENERALE

En Amazonie orientale, plus spécifiquement sur les fronts pionniers, l'élevage bovin occupe un rôle central dans l'utilisation de nouvelles terres agricoles. La mise en question de l'élevage, très courante actuellement au niveau international (Steinfeld et al., 2006), est encore plus prégnante dans cette région, symbole contemporain des controverses autour de la protection de l'environnement. Le défi repose sur la gestion et le développement rationnels des ressources humaines, naturelles et économiques. Le concept de développement durable s'impose alors dans toute son ampleur. Cependant, la complexité de la notion de durabilité (pluridimensionnelle, globale et dynamique) ne permet pas de construire une référence intangible. Navegantes-Alves *et al.* (2008), en analysant l'évolution de l'élevage bovin en Amazonie brésilienne, ont montré que la vision des acteurs sur le développement régional en Amazonie et sa durabilité a beaucoup changé au cours du temps. Ainsi les aspects historiques et contextualisés apparaissent fondamentaux pour analyser le développement de l'élevage.

Dans un environnement récemment occupé et soumis à d'importantes transformations, l'élevage bovin apparaît comme une composante essentielle pour la consolidation des systèmes de production (Ferreira, 2001). Les populations concernées, dont la plupart sont en grande difficulté, trouvent dans l'élevage une manière de surmonter les risques d'implantation des activités agricoles dans un milieu vulnérable et peu connu. Ainsi, l'Amazonie est devenue l'une des grandes régions d'élevage bovin sur la scène mondiale (Poccard-Chapuis et al., 2008), concernant petits et grands producteurs.

La majorité des terres déforestées en Amazonie a servi à l'installation de pâturages (Desjardins *et al.*, 2000; Ferreira *et al.*, 2005). L'implantation de graminées fourragères après défriche de la forêt présente un grand avantage immédiat par rapport aux autres cultures, en raison de la rusticité des espèces employées. Mais fréquemment, en deux ou trois ans, les prairies perdent leurs capacités productives du fait de l'envahissement par des adventices (Serrão *et al.*, 1982 ; Veiga et Serrão, 1987), ce qui caractérise une dégradation agricole (Uhl *et al.*, 1991, Vieira *et al.*, 1993; Dias-Filho, 2003). Cette dégradation des terres déforestées, mise en pâturages, est l'un des plus grands défis environnementaux en Amazonie orientale.

La dégradation est fortement influencée par les pratiques de gestion de pâturages, qui interviennent sur les processus de compétition entre les espèces et donc, sur la composition du tapis fourrager (Balent *et al.*, 1993; Huguenin, 2001; Kemp & King, 2001, Dias-Filho, 2003). Ainsi, dans les mêmes conditions environnementales, les pâturages en Amazonie présentent des végétations dans des états bien distincts. Des études menées par Desjardins *et al.* (2000) en Amazonie orientale ont montré que la dégradation n'apparaît pas directement liée à l'âge du pâturage ni à une dégradation marquée des sols (concernant les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des sols). Les pratiques ont été alors mises en avant comme exerçant une influence considérable sur l'évolution des pâturages. Cette hypothèse a été confortée par plusieurs études conduites en Amazonie, la plupart en étudiant les effets isolés des pratiques de gestion. Une étude sur les séquences d'un ensemble de pratiques, conduit en Guyane par Huguenin (2010), a montré l'incidence directe du choix des espèces fourragères et des modalités de pâture, notamment des variations brusques ou modulées des opérations (charges/rotation/repousse).

L'étude des pratiques, plus que leurs effets directs sur l'écosystème des pâturages, est un domaine de recherche qui valorise le rôle des acteurs et une contextualisation des problèmes et accroît donc les possibilités d'appropriation des connaissances scientifiques et des recommandations. Ce domaine d'étude est très peu répandu au Brésil où la recherche et la formation en sciences agronomiques sont essentiellement fondées sur des principes qui valorisent les technologies exogènes, intensives en capital (Guerra et Angelo-Menezes, 2007). Cependant, l'Agroécologie, visant à une production respectueuse de l'environnement (Caporal et Costabeber, 2004; Gliessman, 2005) , se développe de façon importante, dépassant la sphère scientifique pour gagner le terrain politique. Bien que la recherche sur l'élevage dans le monde a historiquement été guidée pour améliorer l'efficacité productive (Dedieu, 2009), l'approche systémique en agronomie et zootechnie s'est fortement développée en Europe depuis les années 90 (Gibon et al. 1999). Ceci justifie la réalisation de cette thèse dans une école française.

Dans un contexte où la plupart des pâturages se dégradent avec le temps, mais où quelques éleveurs parviennent à maintenir la production fourragère à long terme, nous nous interrogeons sur **les raisons des choix des pratiques** qui mènent à ces différents résultats. Notre objet d'étude est donc en amont des pratiques, mais, comme l'indique Landais et Balent (1993) : on s'efforcera de "remonter" des pratiques aux raisons qui les sous-tendent. Pour cela nous sommes passés d'une approche large de la dynamique agraire à une étude fine au niveau

de l'évolution des parcelles de pâturage sur une année. Nous avons analysé l'influence de ces facteurs sur la décision de la mise en oeuvre des pratiques. Les études des pratiques de gestion des pâturages menés dans le monde portent généralement sur leurs effets sur la végétation ou sur les animaux, nous nous sommes intéressés au sens inverse. L'état de la végétation ainsi que les autres facteurs ont été analysés pour comprendre leurs influences sur la conduite des pâturages.

Nous nous proposons ainsi à lancer un nouveau regard sur la problématique de la dégradation des pâturages en Amazonie, puisque strictement du point de vue technique et écologique les avancés sont remarquables. Notre apport sera à avancer sur les liens entre les dimensions humaines et biotechniques.

Présentation de la thèse

Cette thèse est organisée en quatre parties.

Dans un premier temps, nous présenterons le contexte de la recherche, en montrant l'effet dynamique des fronts pionniers. Cela permettra d'expliquer la place que prend l'élevage et les pâturages dans le processus d'occupation et de production en Amazonie orientale. Dans un deuxième temps, nous nous recentrerons sur la dégradation des pâturages, en montrant notamment leurs liens avec les pratiques. Ce cadrage sur la problématique de l'étude permettra ensuite de dégager les questions de recherche sur lesquelles se fondent ce travail.

Dans une deuxième partie, nous présenterons les méthodes utilisées dans cette étude. D'abord, nous montrerons un aperçu synthétique du dispositif de recherche qui permettra une vision d'ensemble de la démarche. Une présentation du cadre théorique permettra de comprendre les choix méthodologiques. Nous ferons appel à une analyse à différentes échelles temporelles (de long et de court terme) et spatiales, dans deux localités d'Amazonie Orientale. Les critères de choix des cas d'études seront explicités. La recherche est fondée sur un long travail de terrain (15 mois) et sur une insertion forte dans la réalité des familles-exploitations, essentielle pour comprendre leurs raisons de choix des pratiques. Finalement, nous présenterons dans cette partie les différents outils utilisés et les adaptations méthodologiques mises en oeuvre.

La troisième partie concerne les résultats qui sont présentés sous la forme de trois articles. Les deux premiers articles ont déjà été soumis et acceptés dans des revues scientifiques, le troisième article est encore à soumettre. Les premiers résultats éclairent l'influence des événements historiques du contexte (externe) sur l'évolution des systèmes d'élevage et sur les

pratiques mises en oeuvre au long du temps et actuellement. Ensuite nous analyserons l'effet des trajectoires (internes) des systèmes de production sur les pratiques de gestion de l'ensemble des pâturages des établissements. La dernière partie des résultats montre que la fonction des parcs et par conséquent l'organisation du territoire d'élevage fondent les décisions de mise en oeuvre des pratiques de conduite des animaux au pâturage.

Dans la dernière partie nous montrerons un aperçu général des résultats en les reliant, en guise de conclusion. Nous analyserons la pertinence et les limites des méthodes employées pour répondre aux questions et aux objectifs de l'étude. Les portées et les perspectives du travail seront aussi présentées.

CHAPITRE 1:

L'expansion des pâturages au détriment de la forêt et la dégradation des pâturages en Amazonie orientale : émergence d'une problématique

La forêt amazonienne s'étend sur environ 7 millions de km², répartis entre neuf pays d'Amérique du sud. Au Brésil, qui détient 69% de la surface, l'Amazonie est partagée politiquement par neuf états rassemblés dans ce que le gouvernement a nommé l'Amazonie Légale (Figure 1), bases des informations statistiques officielles. Dans cette région, selon Théry (2000), deux grandes dynamiques d'occupation de l'espace peuvent être distinguées.



Figure 1: Localisation de l'Amazonie en Amérique du Sud

L'Amazonie des routes, dans l'arc externe de l'Amazonie brésilienne (Figure 2), s'étend sur les plateaux couverts par les savanes arborées et par la forêt sèche (Mello et Théry, 2003).

Elle est marquée par l'avancée des fronts pionniers, zone de colonisation agricole récente (années 1960), où l'élevage et les pâturages jouent un rôle important.

L'Amazonie des fleuves (Figure 3), occupée par des populations dites « traditionnelles », installées sur les rives de l'Amazone et de ses affluents depuis des siècles, qui pratiquent une agriculture essentiellement annuelle (souvent de décrue) liée à des systèmes agroforestiers, et dont les impacts sur la forêt sont faibles (Laques *et al.*, 2007). La densité de population sur les rives des fleuves est bien moins importante que sur les routes vers lesquels des colons arrivent par vagues successives, ce qui renforce la pression sur la forêt (Théry, 1997). Entre ces deux extrêmes d'impact de l'exploitation agricole sur l'environnement, il existe plusieurs combinaisons d'activités agricoles avec des différents degrés d'impact environnemental.



Figure 2 : L'Amazonie des routes, lieu d'avancée des fronts pionniers.



Figure 3 : L'Amazonie des fleuves, développement de systèmes agroforestiers à faible impact environnemental.

Nous focalisons notre travail sur la zone des fronts pionniers, marqués par l'expansion des pâturages et par leur dégradation. Dans une première partie, nous présenterons les dynamiques dans les zones de fronts de pionniers, en détaillant le rôle de l'élevage et les questions liées aux pâturages. Puis, nous ferons un état des connaissances scientifiques sur la question de la dégradation des pâturages, afin de dégager la problématique et les questions de recherche que nous allons traiter.

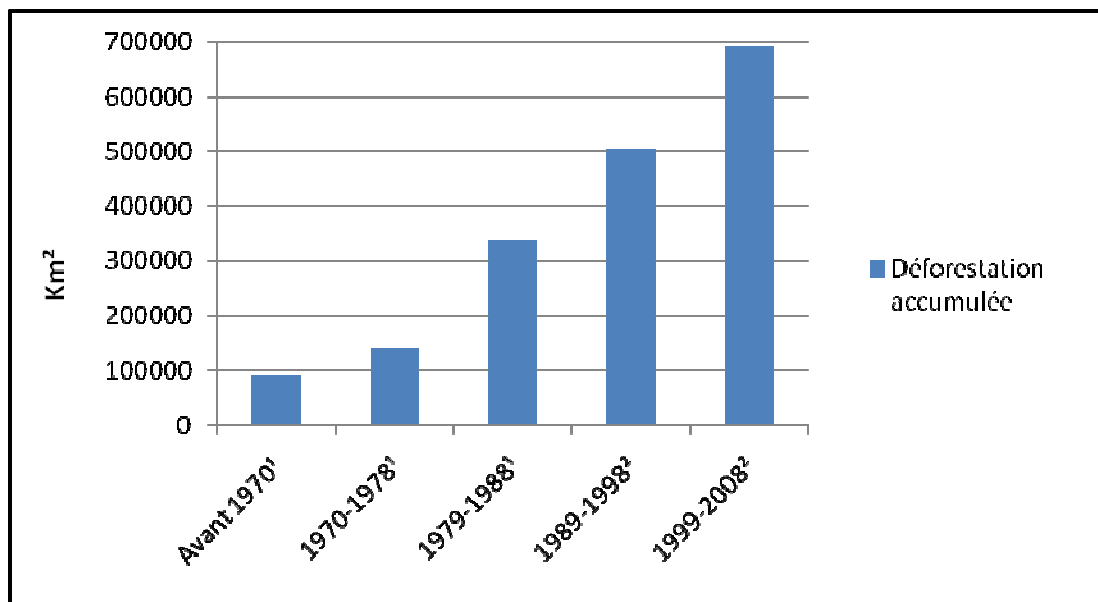
1.1 La déforestation, les fronts pionniers et l'élevage bovin en Amazonie orientale

1.1.1 progression de la déforestation

La statistique officielle indique que 15% de la forêt amazonienne aurait disparu en 2010 (IBGE, 2010), ce qui équivaut approximativement à 750 000 km². Des proportions encore

plus importantes de déforestation ont été rapportées par Fearnside (2005) et par Ferreira *et al.* (2005) qui indiquent des taux de 17% et de 16% respectivement.

La progression de la déforestation en Amazonie est un phénomène récent qui a pris force depuis l'installation des fronts pionniers pendant les années 1970. Entre 1979 et 1988 la superficie déforestée a augmenté d'environ 245% (figure 4). La consolidation progressive des fronts pionniers, avec la mise en place d'un réseau routier, attire encore plus de population migrante en quête de terres. Dans les années 1980, la croissance de population dans certains états de l'Amazonie Légale a été de l'ordre de 4,5% par an, contre une moyenne nationale de 1,8% (IBGE, 2011). Les routes facilitent l'accès aux terres encore libres (Nepstad *et al.*, 2001). Ainsi, Théry (1997) et Nepstad *et al.* (2001) ont démontré l'étroit rapport entre la déforestation de l'Amazonie et la construction du réseau routier. Très récemment, depuis 2005, le taux annuel de déforestation tend à montrer une relative diminution par rapport aux années précédentes, ce qui a fait l'objet d'une large communication au Brésil. Malgré un rythme moins intense (d'environ 13000 km²/an entre 2005 et 2009, contre 22000 km²/an entre 2000 et 2004 (calculé d'après les données de INPE, 2011), la déforestation continue à avancer en Amazonie.



¹Estimations ²Mesures par images satellites

Source : INPE, 2011

Figure 4 : évolution des superficies (km²) déforestées en Amazonie brésilienne

Une caractéristique marquante de la déforestation en Amazonie brésilienne est qu'elle reste localisée, notamment aux bords des routes. Cette concentration forme un axe sur toute la bordure sud et ouest de l'Amazonie, ce qui est connu au Brésil comme l'arc de la déforestation (Figure 5). Cet arc protège la forêt située sur la partie occidentale de l'Amazonie Brésilienne et représente l'antagonisme entre deux modes d'utilisation du territoire, fondé sur deux modèles productifs, l'un destructeur et l'autre conservateur de la nature (Becker, 2005). Récemment le gouvernement a intensifié une politique de protection de l'Amazonie, surtout sur la partie orientale, par la création de "Areas Protegidas" (Surfaces Protégées – qui concernent les Unités de Conservation et les Terres indigènes). En fin 2010, les surfaces protégées en Amazonie brésilienne comptaient 2 197 485 km², soit 43,9% de la surface totale, dont presque 25% ont été créées entre 2003 et 2006 (Veríssimo *et al.*, 2011). Cependant cela ne signifie pas qu'il n'existe pas de déforestation dans ces zones protégées ; dans certaines conditions la déforestation est même autorisée ou alors elle entre dans le cadre des illégalités courantes en Amazonie. Mais la création des Surfaces Protégées démontre une tentative de contrôle de la déforestation et de l'expansion des fronts pionniers.

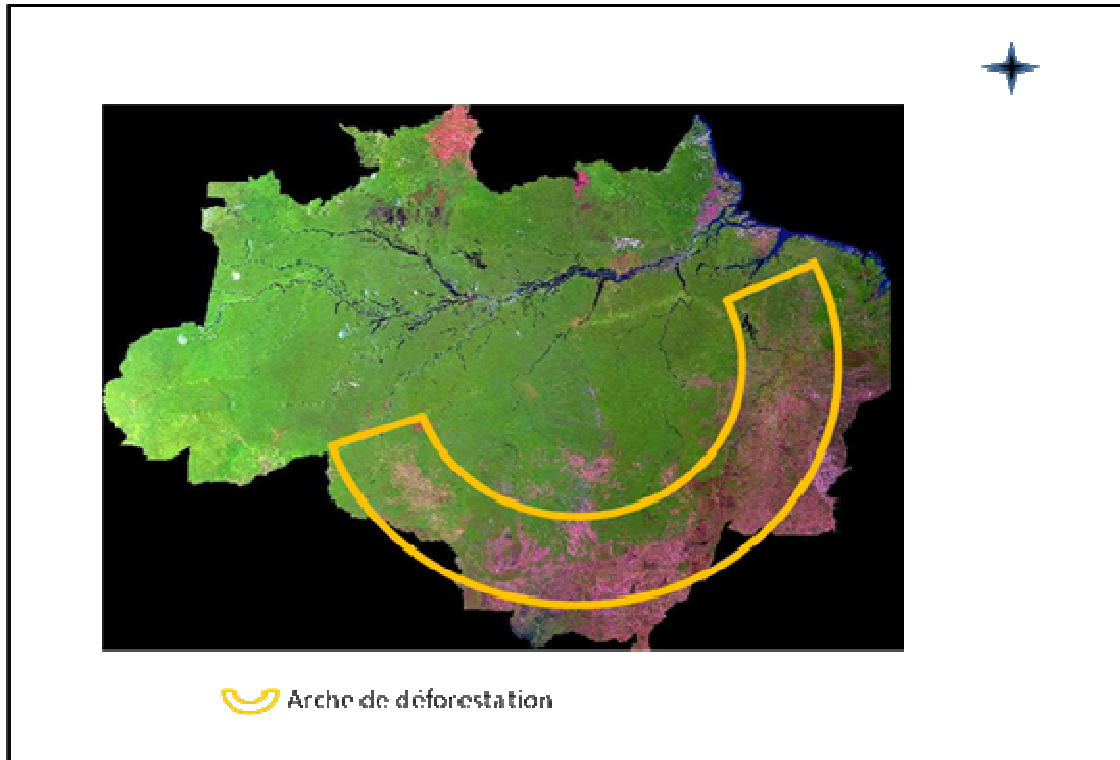


Figure 5 : arc de déforestation en Amazonie brésilienne

1.1.2 Une colonisation fondée sur l'élevage bovin extensif

Sur les fronts pionniers d'Amazonie orientale la majorité des terres déforestées est employée pour l'installation des pâturages; ce qui représenterait 80% de la déforestation dans toute l'Amazonie Brésilienne (Ferreira *et al.*, 2005), soit environ 600 000 km² de pâturages cultivés. La carte de l'élevage constitue un miroir presque parfait de celle de la déforestation (Gauché et Théry, 2010). Sur les fronts pionniers amazoniens, comme dans d'autres régions dans le monde (Gerbet, 2003), l'élevage aît apparu comme une importante activité pionnière.

L'intérêt de l'élevage bovin dans la colonisation

L'occupation massive des terres en Amazonie est fondée sur l'implantation des pâturages et l'élevage bovin (Serrão, 1995; Kaimowitz e Angelsen (1998), 1997; Margulis, 2004). La politique de colonisation amazonienne du gouvernement brésilien a adopté l'élevage comme stratégie d'occupation et de maîtrise de nouveaux espaces à partir du milieu des années 1960, notamment par des avantages fiscaux (Moran, 1993; Hebette 2004). Mais l'ampleur du développement des activités d'élevage s'explique aussi par la combinaison de plusieurs facteurs qui contribuent à cette évolution dans ce type d'environnement : i) les garanties portées par l'implantation des pâturages pour l'appropriation et la valorisation des terres (Fearnside, 1995 ; Muchagata et Brown, 2003) sont importantes dans un contexte d'instabilité foncière ; ii) l'occupation spatiale de nouvelles terres agricoles après la déforestation est moins pénible par les pâturages, car les espèces fourragères cultivées (normalement d'origine africaine) sont très rustiques et agressives.

Les pâturages occupent une place centrale dans les systèmes d'élevage bovin car ils sont la source exclusive de l'alimentation des animaux. Ainsi, Veiga *et al.* (2004) indiquent l'efficacité des systèmes fourragers dans des conditions climatiques favorables comme un avantage pour l'élevage dans la région. La flexibilité du travail et la production continue toute l'année sont d'autres éléments intéressants pour les colons (Muchagata et Brown, 2003). Les facilités de vente des produits de l'élevage sont un grand avantage de cette activité, grâce à une filière bovine structurée (d'abord pour la viande et ensuite aussi pour le lait) et la possibilité de transport sur pieds des animaux destinés à la commercialisation (Poccard-Chapuis, 2004), ce qui constitue un atout compte tenu de l'état des pistes et des routes, (avantage que ne connaissent pas les autres produits agricoles).

La spéculation foncière est aussi une composante qui renforce l'importance de l'élevage, surtout pour les terrains implantés en prairie. Les exploitants pionniers qui disposent d'importants moyens financiers (les *fazendeiros*) profitent de la hausse fulgurante de la valeur des terres de la région lorsqu'ils revendent une exploitation (Taravella, 2008). Cela est renforcé quand l'exploitation en vente est implantée en prairie (car juridiquement, la loi brésilienne sur la forêt interdit de faire une plus-value sur des terrains forestiers, ce qui est différent pour les terres de pâturage qui sont très prisées et valorisées dans le marché clandestin des terres). Dans un contexte d'instabilité foncière, les pâturages présentent l'avantage d'être une forme de marqueur foncier et cela sur de vastes surfaces. Pour ces raisons, les violents conflits fonciers en Amazonie ont toujours concerné les volontés d'appropriation de la forêt pour en faire des pâturages. Pour Bonaudo (2005), la colonisation et la déforestation en Amazonie est le résultat d'une forte demande insatisfaite en terres d'une partie des populations d'autres régions du Brésil, l'élevage apparaît ainsi comme un moyen efficace de conquête de nouveaux espaces agricoles (autant pour l'élevage que pour les cultures).

Récemment (années 1990), l'expansion de l'élevage en Amazonie s'est affranchie des avantages fiscaux. Margulis (2004) explique que cette émancipation a pu se produire grâce aux adaptations techniques et de gestion de l'élevage aux conditions agroécologiques de l'Amazonie orientale. L'intérêt croissant porté pour la production bovine provient aussi du fait que dans ce contexte cette activité est bien moins vulnérable que les autres productions agricoles. L'élevage est ainsi devenu aussi important pour les petits que pour les grands exploitants.

L'expansion de l'élevage a ainsi pris une ampleur extraordinaire en Amazonie Légale. Le nombre d'animaux a doublé en dix ans, de 37 millions à 73 millions entre 1996 et 2006, une croissance trois fois plus grande que la moyenne brésilienne (IBGE, 1996 ; IBGE, 2006). Dans les états où les fronts pionniers sont actifs, le nombre d'animaux à presque tripler sur cette même période (IBGE, 1996 ; IBGE, 2006). Le cheptel bovin brésilien se déplace vers l'Amazonie. En 2008, 35% des bovins brésiliens étaient en Amazonie (IBGE, 2008). C'est la croissance de l'élevage dans cette région qui a permis au Brésil de devenir en 2004 le premier exportateur de viande bovine au monde.

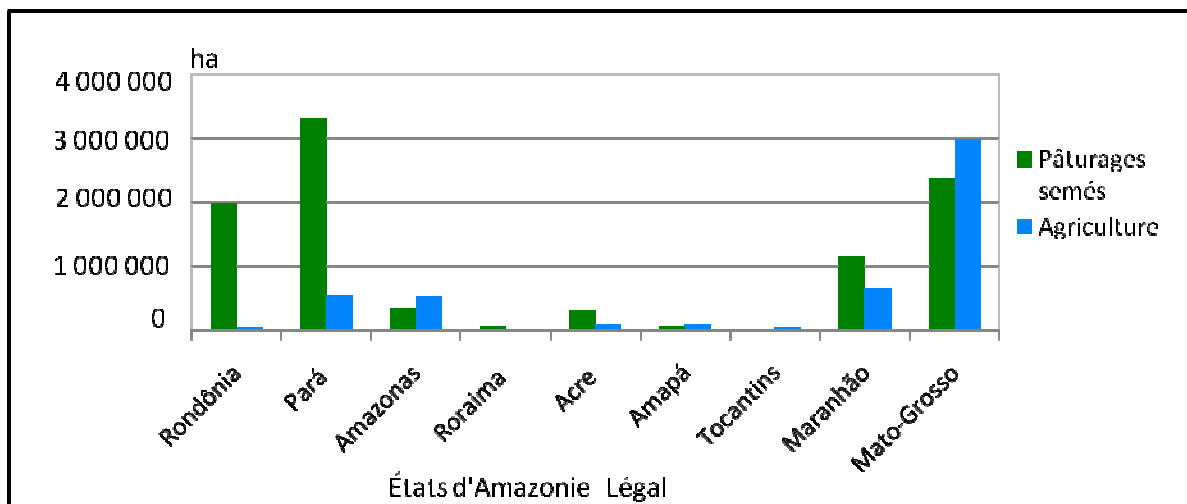
Malgré les impacts écologiques de l'élevage bovin, cette croissance se traduit aussi par des bénéfices économiques pour la région (développement des routes, des agro-industries), et

l'élevage s'impose comme une composante incontournable du développement régional (Tourrand *et al.*, 2004). Au niveau des exploitations, Taravella (2011) a montré que l'élevage bovin chez les grands éleveurs pionniers est très rentable. Cet élevage est devenu aussi une composante majeure de l'agriculture familiale, et il s'avère essentiel à sa consolidation dans cette région pionnière (Ferreira, 2001).

La déforestation et les autres activités de valorisation du milieu

La déforestation ne peut cependant pas être attribuée exclusivement à l'élevage ; ses raisons historiques et actuelles sont multiples et en interrelations. Elle est le produit des Politiques de l'Etat, des migrations, de la structuration des filières, de la construction d'une société locale et des conflits d'intérêt des différents acteurs concernés à différents niveaux. Les conjectures macroéconomiques ont aussi des influences sur la déforestation, concernant non seulement l'élevage, mais aussi l'avancé de l'exploitation du bois (Nepstad *et al.*, 2001) et plus récemment du soja. Ibrahim *et al.* (2010), ont montré que les politiques gouvernementales (comme les avantages fiscaux, les subventions, la politique foncière, la construction des routes) sont des moteurs occultes, mais importants au début des phases de déforestation. Ensuite, dans une phase ultérieure, le marché occupe le rôle principal (maintien des prix du bœuf), dans le cas du Brésil par exemple (Ibrahim *et al.*, 2010).

La culture du soja en Amazonie présente deux particularités en relation avec la déforestation. La première est que fréquemment elle remplace les pâturages (en termes d'espace) et dans ce cas elle n'est pas responsable directement de la déforestation (Alencar *et al.*, 2004). L'autre est qu'elle reste encore très concentrée, surtout dans l'état du Mato Grosso (Figure 6), près des voies d'écoulement, notamment les routes, qui viabilisent son exploitation et qui influence la déforestation par la valorisation des terres. En outre, l'expansion du soja oblige le déplacement de l'élevage plus en avant sur la forêt. La croissance des surfaces agricoles au Mato Grosso, entre 1995 et 2006 (années de recensement), est due surtout au soja (IBGE, 1995 ; IBGE, 2006). D'autres cultures sont pratiquées depuis longtemps sur les fronts pionniers, comme le riz, le maïs le haricot et le cacao, mais causent moins de dégât sur la forêt.



Source : IBGE, 1996 et 2006.

Figure 6 : Variation absolue des surfaces de cultures et de pâturages semés dans les exploitations en Amazonie légale, entre 1996-2005.

Nous focalisons notre travail sur les fronts pionniers de l'Etat du Pará, en Amazonie orientale, marqué par la très grande prédominance des pâturages semés (figure 6).

1.1.3 Les processus d'occupation et d'utilisation de l'espace dans les fronts pionniers

Sur les fronts pionniers, après l'occupation des terres, les surfaces de forêts sont progressivement transformées en pâturages. Il s'agit d'un processus dynamique d'installation des activités agricoles, comme le décrit De Reynal (1999) dans le cas de Marabá. La vitesse et les phases d'installation sont surtout déterminées par l'ancienneté de la colonisation et le capital disponible (Muchagata et Brown, 2003). Chez les grands propriétaires, les « *fazendeiros* », les pâturages sont installés rapidement, directement après la défriche-brûlis de la forêt. Chez les petits exploitants, dont le travail est fondé sur la main d'œuvre familiale, les « *agriculteurs familiaux* », l'établissement de la production agricole se fait progressivement. Pendant une première phase, les cultures vivrières (comprenant riz, maïs, manioc et haricots, en cultures pures ou associées) et la cueillette des produits de la forêt sont les principales activités productives. Les pâturages sont semés en même temps ou à la suite des cultures vivrières, de manière à les remplacer. Cette mise en culture préalable permet d'avoir des revenus ou des moyens de subsistance pendant la phase d'installation. Mais peu à peu, les

surfaces de forêt et même de cultures diminuent pour laisser plus de place aux pâturages permanents. Ces évolutions tendent tous vers une spécialisation en élevage et à la concentration foncière (De Reynal, 1999).

Lorsque l'ensemble du terrain est défriché, cette dynamique d'accroissement de l'élevage en conduite extensive se retrouve bloquée. Dans cette circonstance, jusqu'aux années 1990, la stratégie des éleveurs en agriculture familiale était alors de vendre leur terre mise en valeur pour acheter d'autres terrains plus grands et moins chers dans des endroits plus lointains en pleine forêt, pour recommencer l'installation de l'élevage avec plus de moyens d'investissements (De Reynal *et al.*, 1995; De Reynal, 1999 ; Assis *et al.*, 2008). Ce phénomène d'avancée du front pionnier sur la forêt est renforcé par l'évolution du couvert végétal sur les prairies semées. Les terres sur lesquelles des pâturages ont été installés après brûlis de la forêt ont des dynamiques, en fonction de leurs résiliences, de retour à l'écosystème naturel (Ulh *et al.*, 1988). Ainsi le remplacement de la graminée semée par des espèces indigènes non cultivées et surtout non consommées par le bétail (les adventices, au sens agronomique) est un processus courant. Ceci a pour conséquence une diminution de la production fourragère et entraîne une avancée plus rapide de la substitution des forêts par les pâturages (car les prairies trop envahies par les adventices ne font pas souvent l'objet de réimplantation et sont peu à peu abandonnées).

Récemment, des changements dans l'environnement socio-économique, notamment avec plus d'infrastructures, incitent les familles à rester sur les terres de colonisation plus ancienne. Cette sédentarisation impose de redéfinir la stratégie productive et les pratiques de gestion des pâturages, notamment de façon à limiter l'envahissement des pâturages semés par des adventices. Cependant, ce nouveau scénario est encore très peu formalisé par la recherche.

La forte relation entre élevage et déforestation en Amazonie brésilienne pose cette activité au cœur des controverses concernant développement et environnement. Le mythe de la forêt vierge n'a plus lieu en Amazonie, au moins pas sur les fronts pionniers. Mais les questions concernant la protection de l'environnement restent capitales dans cette région qui est un symbole mondial de préservation de la nature. Ces questions obligent des changements profonds quant à la conception de la production agricole, en Amazonie comme ailleurs. Cependant le caractère récent des préoccupations environnementales dans une région dont l'occupation humaine ne s'est même pas encore stabilisée, pose un débat ardent. Nous suivons une position universelle sur la préservation de l'environnement qui considère que pour qu'il

soit durable, il doit être intégrée au développement et contribuer aux besoins vitaux des populations et des acteurs économiques.

Compte tenu de l'importance particulière acquise historiquement par l'élevage sur les fronts pionniers amazoniens, il incombe à cette activité une responsabilité indéniable qui doit maintenant être gérée de façon à limiter ces impacts et éviter plus de déforestation.

1.2 La dégradation des pâturages : un processus lié aux pratiques agricoles

1.2.1 La dialectique du concept de dégradation des pâturages en Amazonie

En Amazonie brésilienne la majorité des terres déforestées sont utilisées pour l'installation de pâturages. Les études de Veiga *et al.* (2004) signalent que approximativement 80% des terres déforestées auraient cet emploi. L'ampleur de la substitution de la forêt par des pâturages est repérable par les taux de déforestation qui ont été en moyenne de 19 000 km²/an entre 1996 et 2006, avec une petite tendance de baisse pendant les deux dernières années (IBGE, 1996 ; IBGE, 2006).

L'importance de la dégradation de ces pâturages est bien validée par les recherches, même si les chiffres divergent quant à la superficie concernée. Selon les lieux et les périodes d'études, la dégradation concernerait entre 30 et 61,50% des surfaces de pâturage (Veiga et Falesi, 1986; Serrão *et al.*, 1993; Dias-Filho et Andrade, 2005), la proportion de pâturage dégradée semblant augmenter sur les deux décennies au cours desquelles ces estimations ont été réalisées. Cependant, la perception des problèmes liés à la dégradation des pâturages est très contrastée, tant chez les scientifiques que chez les différents acteurs, et surtout entre ces deux groupes.

Les études de Figuié (2001), menées sur les pâturages dans la zone des Cerrados brésiliens, sont très éclairantes sur ce sujet. Elles montrent qu'il n'existe pas de définition objective de la dégradation des ressources naturelles : *"celle-ci ne prend de sens que par rapport aux fonctions attribuées aux ressources considérées, fonctions socialement définies et situées"*.

L'implantation d'espèces exotiques pour des fins productives, comme les graminées d'origine africaine, ainsi que n'importe quelles autres cultures, est susceptible d'être perçue comme un facteur de forte perturbation de l'écosystème naturel. En Amazonie, l'amplitude de la

substitution de la forêt par les pâturages amplifie ces préoccupations écologiques, renforcées par le côté emblématique de cette région pour la préservation environnementale de la planète. Néanmoins, l'élevage bovin, qui en Amazonie est complètement fondé sur les pâturages cultivés, constitue un important élément de viabilité économique des systèmes de production (Ferreira, 2001). Ceci est vrai tant pour les grandes que les petites exploitations, indépendamment de leurs différences en termes de taille, de façon de produire et surtout de rapports sociaux.

La question de la dégradation des pâturages en Amazonie relève d'une controverse confrontant des points de vue idéologiques très différents et des prises de position marquée par une certaine intolérance. Selon Figuié (2001) ce qui pose problème pour les mouvements "socio-environnementalistes" n'est pas tant l'état de ces pâturages que leur existence même. Les multiples facteurs en interaction liés à la gestion des prairies, globalement le système plante-sol-animal piloté par les pratiques humaines, sont une source supplémentaire de complexification et de difficulté d'approche de la notion de dégradation des pâturages. Ces ambiguïtés autour de la dégradation des pâturages en Amazonie exige un cadrage précis de la notion de dégradation des pâturages, au cœur de la problématique de la thèse.

1.2.2 La dégradation agricole des pâturages : délimitation du point de vue adopté sur la dégradation

La production animale est l'objectif des éleveurs. Comme elle est complètement fondée sur la production fourragère des prairies en Amazonie orientale, elle sera retenue comme perspective privilégiée pour l'évaluation de l'état des pâturages. Ceci ne signifie pas que la maximisation de la production sera pour autant forcément recherchée. Il s'agit plutôt d'identifier les états acceptables d'une prairie, quant son niveau de dégradation, selon les situations des agriculteurs, leurs objectifs et leurs propres évaluations.

Une **dégradation agricole** est définie de façon générale comme la diminution de la productivité économique d'un facteur de production (Uhl *et al.*, 1991, Vieira *et al.*, 1993; Dias-Filho, 2003). Un pâturage est considéré comme dégradé quand la production fourragère est réduite au point de provoquer une diminution du gain de poids animal. Ce lien est net en Amazonie car il n'y a pratiquement pas d'autres intrants alimentaires en complément du pâturage. Cette baisse de la production fourragère est essentiellement liée au développement

d'adventices dans les prairies semées. Si la présence des adventices permettait maintenir ou d'augmenter le poids animal, il n'y aurait pas alors de dégradation agricole (Pereira et Vieira, 2001). Cependant cette définition reste très floue par manque de repère, car elle ne précise pas par rapport à quelle référence la diminution de la productivité doit être analysée. L'utilisation de ce concept par la recherche brésilienne se rapporte à un potentiel maximum théorique ou à des résultats obtenus dans d'autres situations, ou d'autres régions, en conditions optimales. Le potentiel réel des prairies amazoniennes n'est généralement pas pris en compte dans ces approches.

L'estimation de l'état d'un objet, comme toute évaluation, dépend des indicateurs, des échelles et pour autant, comme nous l'avons dit, de l'observateur. Puisqu'une de nos principales préoccupations est de vérifier comment les connaissances scientifiques pourraient contribuer à l'adoption de pratiques par les agriculteurs en vue d'une meilleure durabilité des pâturages, la confrontation entre le point de vue de l'agriculteur et de la recherche nous intéresse.

Pour évaluer l'état d'un pâturage, la bibliographie fait souvent état d'un indice de dégradation, en relation avec le recouvrement des différentes espèces végétales, en s'attachant soit aux adventices soit aux graminées cultivées.. Les prairies peuvent être évaluées aussi par leurs états nutritionnels (mesurés sur le sol ou les plantes), leur productivité fourragère et leur qualité nutritive pour l'alimentation des animaux. Dans les études portant sur la production des prairies, par opposition, la dégradation est également souvent en question.

Dans les travaux prenant pour objets les graminées fourragères, les définitions de l'état des prairies se rapportent à la production et peuvent aller jusqu'à des effets sur le milieu biophysique ou être nuancées en incluant l'effet de la valeur nutritive. Pour Spain et Gualdron (1991), la dégradation est perçue comme une diminution importante de la productivité potentielle en regard des conditions édaphiques, climatiques et biotiques, particulières de chaque cas. Macedo et Zimmer (1993) définissent la dégradation comme le processus évolutif de la perte de vigueur, de productivité et de capacité de récupération naturelle des pâturages, de manière incompatible à maintenir les niveaux de production exigés par la production animale. Carvalho (1993) fait référence à la réduction de la valeur nutritive des espèces fourragères, associée à une baisse de production.

D'autres auteurs définissent la dégradation en fonction du recouvrement par les adventices (Daget et Poissonet, 1972). Le point de vue sur les adventices est lui même très relatif, comme

le signale De Bonneval (1993). Pour l'agronome, ce sont "les mauvaises herbes" des terres cultivées ou des prairies. 'est à dire que cela peut englober toutes les plantes qui sont présentes dans une culture ou une prairie, qui n'ont pas été introduites par l'agriculteur ou l'éleveur. Pour l'écologiste, au contraire, ce peuvent être des espèces à protéger.

Parmi les plusieurs définitions sur la dégradation des prairies, nous retiendrons celle de Daget et Poissonet (1972). La pertinence de cette définition pour la thèse repose sur le fait que les agriculteurs considèrent l'envahissement comme le principal critère d'évaluation de la dégradation des pâturages (LAET, 2001 ; Nogueira, 2006), considérant son effet sur la production de biomasse fourragère. Nous avons également retenus cette définition pour son opérationnalité (possibilité d'observation à moindre coût) dans le cadre d'un travail mené sur le terrain avec des agriculteurs. Selon Daget et Poissonet (1972), la dégradation d'une prairie semée est définie par la proportion du recouvrement des espèces adventices (du point de vue de l'agronome) par rapport au recouvrement de toutes espèces (adventices et semées). Ils considèrent que les prairies commencent à être dégradées au-delà de 12% de recouvrement d'adventices.

Tous les auteurs sud-américains se fondent sur la production de fourrages cultivés pour établir les degrés de dégradation, en opposition de l'approche par le recouvrement des adventices (Tableau 1). Dans ce tableau, deux types de paramètres sont ainsi utilisés : d'un côté une proportion de recouvrement par les adventices par rapport au recouvrement total, estimé à partir d'observation concrète, de l'autre une proportion de production fourragère par rapport à un maximum théorique. Les valeurs seuil permettant de définir une échelle d'évaluation de la dégradation sont différentes entre les deux études. Pourtant, ces échelles peuvent être comparées car elles sont toutes deux en rapport avec la composition floristique du couvert. Pour le faire, il faut être attentif sur le fait que les différences de paramètres entraînent des pourcentages contraires quant au type de végétation considérée. Ainsi un pâturage moyennement dégradé (entre 25 et 50 % de recouvrement par des adventices) correspond à un bon bon pâturage (entre 50 et 75 % de la production potentielle). Les auteurs brésiliens qui travaillent sur la dégradation des pâturages ont établis un seuil plus élevé pour caractériser le début de la dégradation (Nascimento Júnior et al., 1994 ; Dias-Fillho, 2003), au-delà de 25% de perte de production (Tableau 1). En effet, les couverts prairiaux d'Amazonie présentent une stabilité inférieure comparée à celle des prairies en climat tempéré. Toutefois, des chercheurs colombiens du CIAT (Spain et Gualdrón, 1991) proposent des échelles proches à celles de Daget et Poissonet.

Tableau 1 : comparaison de deux échelles d'évaluation de la dégradation d'une prairie.

Daget et Poissonet (1972)			Nascimento Júnior et al. (1994)		
Categorie	Paramètre	Echelle	Catégorie	Paramètre	Echelle
Pas dégradés	Recouvrement d'adventices	<0,12	Excellent pâturage	Production fourrages*	> 0,75
Peu dégradé	Recouvrement d'adventices	0,12-0,25	Bon pâturage	Production fourrages*	0,50 -0,75
Moyennement Dégradé	Recouvrement d'adventices	0,25 -0,50	Pâturage médiocre	Production fourrages*	0,25-0,50
Fortement Dégradés	Recouvrement d'adventices	0,50 -0,75	Pâturage Pauvre/ Complètement dégradé	Production fourrages*	< 0,25
Très Fortement Dégradés	Recouvrement d'adventices	>0,75			

* Production de fourrage en relation à un potentiel maximum théorique.

Source: Daget et Poissonet (1972); Nascimento Júnior et al. (1994).

Ces repères bibliographiques d'échelles et de critères seront considérés, mais nous tiendrons à faire un diagnostic qualitatif de l'état des pâturages, en considérant notamment la perception des agriculteurs et essayant d'identifier des niveaux d'envahissement déclencheurs de changement dans les pratiques de gestion des pâturages.

Avec l'avancée de la dégradation d'autres critères peuvent s'ajouter à la composition botanique pour évaluer l'état des pâturages. Pour Dias-Filho (2003) l'évolution de la « dégradation agricole » peut amener à une **dégradation biologique** qui est la perte de la capacité de maintenir une production végétale quelconque (soit de fourrages ou même de plantes adventices). Ainsi dans les cas extrêmes apparaissent des surfaces de sol nu, provoquées par la dégradation du sol, de nature physique, chimique ou biologique. Ces surfaces deviennent ainsi très susceptibles à l'érosion. L'avancé de la détériorisation de la végétation mène aussi à une grande augmentation des fourmis et des termites, qui deviennent préjudiciables (Spain e Gualdrón, 1991 ; Nascimento Júnior et al., 1994 ; Dias-Filho, 2003).

1.2.3 L'influence des facteurs pédologiques sur l'évolution de la végétation

Les premiers travaux de recherche sur les pâturages d'Amazonie brésilienne se sont tout d'abord intéressés aux effets du milieu, qui était peu connus puisque la colonisation était récente. Dans les années 1970, la plupart des études ont particulièrement porté sur la fertilité chimique du sol (pH, échanges de cations, la saturation des bases, le phosphore, l'aluminium). La question centrale portait sur la capacité des sols à être utilisés de manière durable pour des fins agricoles ou pastorales. Les résultats des recherches démontraient une faible fertilité du sol, surtout liée aux bas taux de phosphore et à l'acidité (Sombroek, 1966 ; Verdade, 1974 ; Iron, 1978 ; Serrão *et al.*, 1978). L'hypothèse était alors formulé que la dégradation des pâturages serait conséquence de cette faible fertilité.

Dans un travail pionnier, Falesi (1972) a montré que la fertilité du sol augmentait après l'installation des pâturages sur la forêt, grâce à la combustion de la biomasse (Buschbacher *et al.*, 1988). Cela a soulevé une grande polémique, car en quelque sorte ces résultats appuyaient un courant politique d'actualité qui portait sur la déforestation pour l'installation des pâturages. Par la suite, plusieurs recherches ont été menées pour prouver le contraire (Hecht, 1981, 1988 ; Fearnside, 1980). Les orientations de la recherche étaient alors très impliquées dans les questions autour des stratégies de développement régional, qui opposaient production et préservation.

Les études menées en Amazonie, sur l'évolution des caractéristiques du sol lié à la dégradation des pâturages, montrent, en général, qu'il n'y a pas de rapport direct entre ces variables. Selon Desjardin *et al.*, 2000, "*la quantité de phosphore extractible et les teneurs en carbone organique et azote total n'évoluent pas de façon sensible en fonction de l'âge et de la dégradation des pâturages*", ce qui a été confirmé par les études de Muller *et al.* (2001). La matière organique du sol est stable ou en légère augmentation après la déforestation et la mise en pâturages (Desjardins *et al.*, 2004 ; Cerri *et al.*, 2004.). L'abattage et le brûlis qui la suivent provoquent généralement un tassement des horizons superficiels, une augmentation du pH, de la somme des bases et du taux de saturation (Desjardin *et al.*, 2000).

De plus, les graminées d'origine africaine (surtout celles du genre *Brachiaria* qui sont prédominantes) sont capables de maintenir une production élevée de biomasse, malgré la faible fertilité de la plus part des sols d'Amazonie brésilienne (Serrão, 1989). Cette aptitude provient des conditions similaires retrouvées dans leurs lieux d'origine (Guisi, 1986).

Le fait que le sol et son évolution sous pâturage ne soient pas défavorables à la production

fourragère ne signifie pas qu'il n'a pas d'influence sur la durabilité de l'agro-éco-système pâturé. Selon les études de Huguenin (2008), conduits en Guyane, certaines caractéristiques liées au fonctionnement hydrique des sols et à leur fertilité peuvent aggraver la fragilité des couverts fourragers. Mais cet auteur précise que ces contraintes dues aux milieux ont pu être gérées par les éleveurs. La composition chimique des sols peut aussi influencer la production fourragère (Serrão *et al.*, 1978; Malavolta, 1986 ; Veiga et Falesi, 1986).

1.2.4 Le rôle des techniques et pratiques

La faible fertilité des sols d'Amazonie n'étant pas responsable directement de la dégradation des pâturages, il restait les questions autour du rôle des pratiques et des techniques concernant les prairies (voir encadré 1 sur la distinction entre techniques et pratiques). L'intérêt scientifique concernant les liens entre pratiques et durabilité des ressources herbagères n'était pas particulier à la région amazonienne (Balent, 1993 ; Blanfort, 1996; Grant *et al.* 1996). Mais la majorité des études conduites dans cette région portaient sur la production fourragère, dans une perspective de conseil technique pour la gestion des pâturages.

Encadré 1 : techniques et pratiques

Il est nécessaire de présenter le concept de technique et de pratique puis que nous utilisons souvent un ou l'autre terme, selon que l'on traite des connaissances ou de la manière de réaliser une activité (Deffontaines et Petit, 1985), même en sachant que ces concepts sont intimement liés et présentent des relations réciproques. Ainsi, selon Teissier (1979), "**une technique** est un ensemble ordonné d'opérations ayant une finalité de production et pouvant être fondées soit sur des connaissances scientifiques, soit sur des connaissances empiriques, ou encore sur un mélange des deux". Alors que **les pratiques** "sont les manières de faire, réalisées dans une perspective de production". Donc, pour Teissier, "les techniques peuvent être décrites indépendamment de l'agriculteur ou de l'éleveur qui les met en oeuvre, mais il n'en est pas de même des pratiques". La cohérence des pratiques et des techniques ne peut pas être comprise par une analyse individuelle de celles-ci, c'est alors que les notions de séquences techniques et de système de pratiques s'imposent. Pour Deffontaines et Petit (1985), les **séquences techniques** sont les "successions raisonnées d'intervention technique sur une portion de territoire". La notion de **systèmes de pratiques** (Cristofini *et al.*, 1978) se rapporte aux "caractéristiques d'une manière d'agir globalement". Ces définitions sont intéressantes par leurs appréhensions des pratiques de manières conjointes. Les **pratiques de gestion du pâturage** mettent en relation les troupeaux et les sous-unités de surface (Landais et Balent, 1993). Elles sont très étroitement liées aux **pratiques fourragères**

et d'allotement qui se rapportent respectivement aux opérations culturales effectuées sur les surfaces fourragères et celles responsables pour la formation des groupes d'animaux (Landais et Balent, 1993).

Il existe aujourd'hui un consensus international autour de l'importance des pratiques sur l'évolution de la végétation des prairies (Mott, 1973; Veiga et Falesi, 1986 ; Balent *et al.*, 1993; Desjardins *et al.*, 2000; Huguenin, 2001;; Dias-Filho, 2003). Ces pratiques peuvent être relatives au choix et à l'installation des espèces fourragères, à la conduite des animaux au pâturage et au contrôle des adventices.

Concernant l'installation des pâturages, on peut distinguer le choix des espèces, la préparation du sol et le semis (qualité de la semence, quantité semée à l'hectare ; méthode des semis). Le choix de l'espèce fourragère à planter représente un facteur fondamental pour l'évolution du couvert fourrager à long terme (Hguenin, 2008, Mitja 2010). En effet, des problèmes concernant les autres pratiques peuvent être rattrapés par des contrôles des adventices, par des pratiques de conduite ou par un resemis. Cependant, l'adaptation de l'espèce semée aux caractéristiques spécifiques de chaque environnement biophysique et à l'utilisation qui sera faite ne peut être ajustée que par un renouvellement du pâturage.

Les espèces du genre *Brachiaria* sont largement les plus utilisées en Amazonie. *Brachiaria Brizantha*, utilisé à partir des années 1990, est aujourd'hui la plus répandue, suivi en deuxième place par *Brachiaria humidicola* (Valentin et Andrade, 2004 ; Veiga, 1995 ; Veiga *et al.* 1996). Les principaux avantages qui constituent l'intérêt de ce genre de graminée pour les éleveurs est l'adaptation à des sols de basse fertilité, leur compétitivité et leur production élevée de biomasse (Alcântara, 1987 ; Rodrigues et Rodrigues, 1986). La principale différence entre ces deux espèces porte sur l'adaptation aux conditions de milieu, la première est plus adaptée à des sols humides et la deuxième à des sols plus secs. Il y a aussi des différences quant à la forme de croissance et à la valeur nutritionnelle : *brizantha* est cespiteuse et plus nutritive; *humidicola* est stolonifère, donc plus invasive, mais moins nutritive (Alcântara, 1987). Ainsi, d'une manière générale, le choix des espèces ne présente pas problème, car elles sont adaptées aux différentes situations du milieu et des besoins des animaux. En outre, elles sont bien connues par les éleveurs.

Pour plusieurs auteurs qui travaillent sur les techniques de gestion des pâturages, l'objectif est

d'obtenir une production maximum d'herbe avec la plus grande valeur nutritive possible (Mott and More, 1972; Nascimento Junior *et al.*, 1994). Quelques études incluent aussi des préoccupations sur la pérennité de la production, tant à court terme - au long d'une saison - qu'à long terme (Nascimento Junior *et al.*, 1994, Dias-Filho, 2003; Holmes, 1980; Hodgson et Silva, 2000). Ainsi, de nombreuses connaissances scientifiques, fondée sur la physiologie de la croissance végétale, ont été produites pour trouver un compromis entre quantité et qualité fourragère (Holmes, 1980).

Les études de physiologie des graminées fourragères apportent les conclusions suivantes (Hughes, Heath et Matcalfe, 1962): la croissance initiale des espèces fourragères, après défoliation (par coupe ou prélèvement par l'animal), est intense, surtout si les méristèmes (tissus embryonnaires des plantes) sont préservés. Pendant la période initiale de cette croissance, la valeur nutritive est élevée. Avec le temps, la valeur nutritive commence à décliner, même si le rendement est élevé, car la croissance continue encore pour un certain temps (Figure 7). Alors, pour la gestion des pâturages, l'intérêt est de connaître le moment où il y a production élevée de fourrage de bonne qualité. Gardner et Alvim (1985) indiquent que ce moment (indiqué par un point sur la figure 7) a lieu avant l'allongement des tiges.

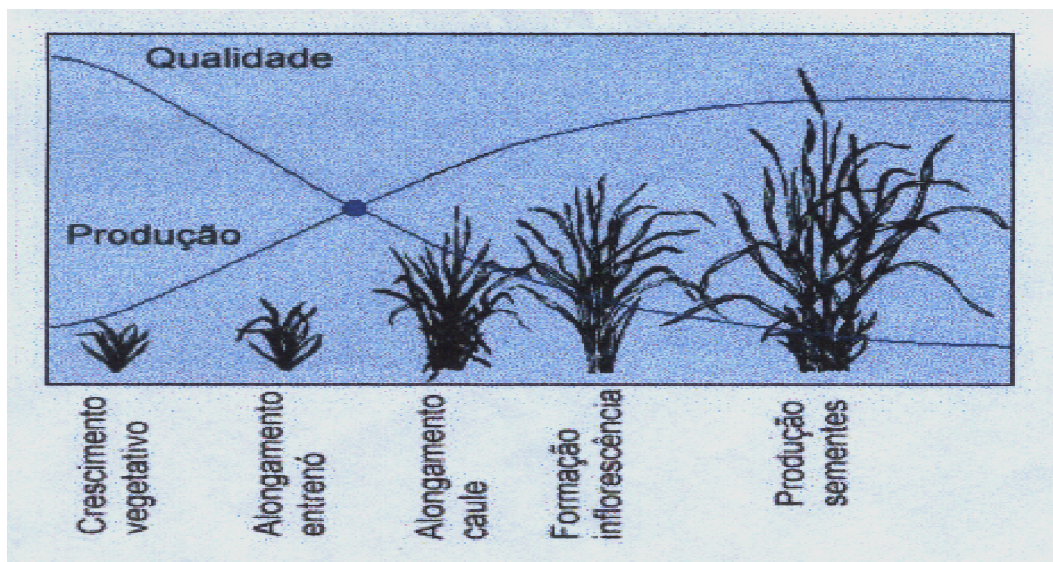


Figure 7 : relations entre les différents stades de la croissance, la production et la qualité des graminées fourragères (Gardner et Alvim, 1985).

Pour les agronomes qui travaillent sur la gestion des prairies pâturées, ces connaissances sont fondamentales. Les systèmes de pâturage en rotation permettent de contrôler plus facilement le meilleur moment de prélèvement du fourrage, en jouant sur la durée de repos et la durée

d'utilisation des pâturages (Holechek *et al.*, 2001). Néanmoins, plusieurs études ont montré qu'il n'y a pas d'avantage définitif en terme de rendement animal et de pérennité des pâturages entre les systèmes de pâture en rotation ou continu (Briske *et al.*, 2008). Pour ces auteurs, ce sont les facteurs liés au système de pâture en interaction avec la charge animale qui vont déterminer des impacts sur les rendements. Ces auteurs ont montré que la rotation des pâturages ne présente d'avantage que sous une charge animale élevée. Jones et Jones (1971) suggèrent que les systèmes en rotation peuvent permettre d'augmenter la charge animale.

L'étude classique de Mott et Moore (1970) explique la relation entre charge et rendement du système en termes de gain de poids des animaux. Les auteurs démontrent qu'avec l'augmentation du nombre d'animaux par surface, jusqu'à une certaine limite, le gain de poids par superficie augmente, mais la performance par animal diminue (Figure 8). Cette limite est particulière à chaque pâturage en fonction de son état productif. Il y a un intervalle optimum, compris entre une situation de surpâturage et sous-pâturage, où le gain de poids par superficie est important et le gain par animal est moyen. Cependant, cette conception est théorique, une charge optimale est difficilement atteinte en pratique, et encore moins maintenue. Néanmoins, l'intervalle optimal est assez large, puisque la production par hectare diminue ou augmente d'une façon non linéaire, alors il peut y avoir un bon rendement sans obligatoirement atteindre un point optimal (Jones et Sandland, 1974).

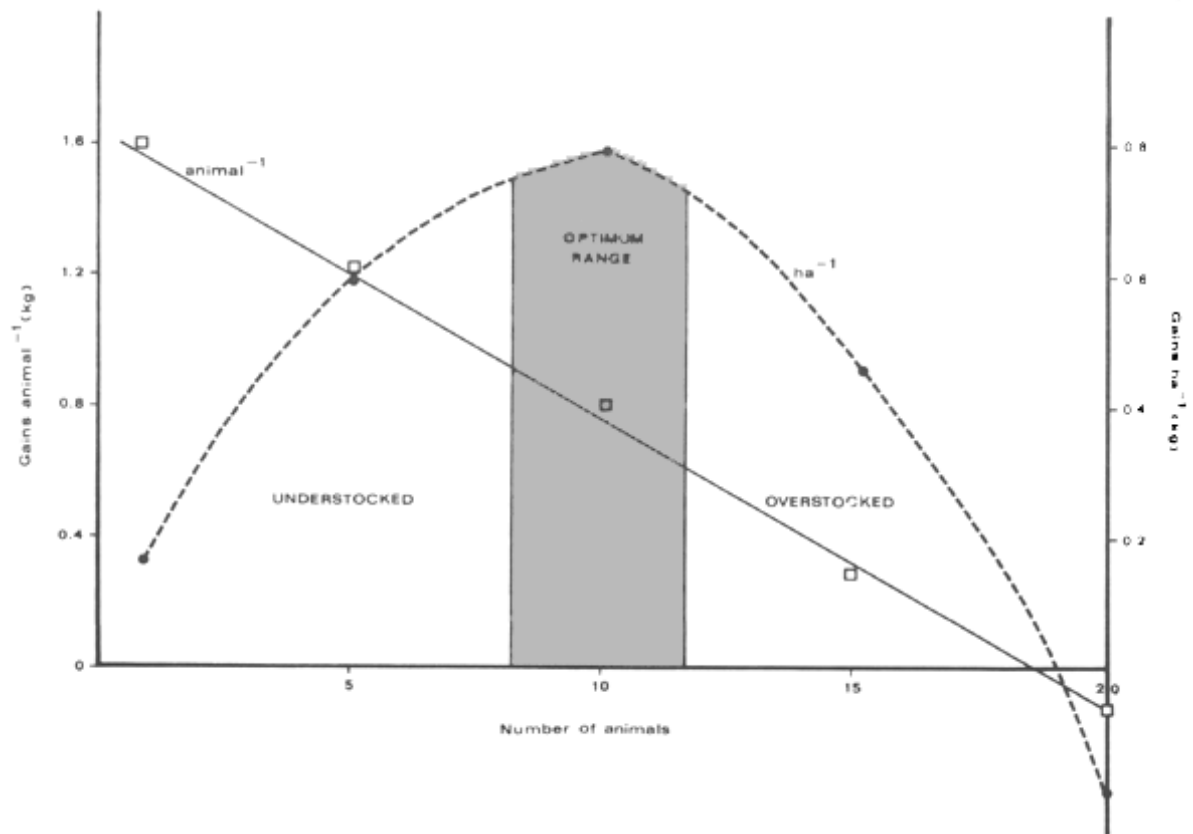


Figure 8 : Relation entre gain de poids et nombre d'animaux (Mott et Moore, 1970).

Pour plusieurs auteurs, la charge animale est le facteur le plus déterminant du rendement et de la pérennité des pâturages (Mott et Moore, 1970 ; Gomide, 1994; Holechek *et al.*, 2001) .

Comme nous avons expliqué, les situations de surpâturages et sous-pâturage sont très fréquentes .

Le surpâturage détermine une diminution de la vitesse de croissance des plantes et une baisse disponibilité des parties aériennes et radiculaires. Cela correspond à une baisse production fourragère laissant des espaces pour la colonisation par les adventices (Meirelles, 1993). Le sous-pâturage favorise la sélectivité des animaux, qui se tournent vers les graminées. Ainsi, comme les espèces fourragères semées sont constamment consommées, elles disparaissent plus facilement, pendant que les autres espèces vont dominer le couvert.

En Amazonie, des situations de surpâturage et sous-pâturage ont été fréquemment identifiées. Alors, selon le cas, les études ont opposer l'importance de ces deux situations pour la dégradation des pâturages (Simão Neto, 1986; Veiga, 1994; Topall, 2001). Une faible charge est souvent associée au fait que les systèmes soient récemment installés (Balent, 1995)

et elle paraît augmenter avec le temps. Mais, comme nous l'avons montré, tant le sous-pâturage comme le surpâturage présentent des problèmes. En outre, comme il a été identifié par Huguenin (2008) , on peut fréquemment rencontrer localement des endroits surpâturés et d'autre sous-pâturés dans un même parc. En effet, les animaux ne pâture pas uniformément les pâturages, surtout sur des grandes surfaces (Boudet, 1974), comme c'est généralement le cas en Amazonie.

Huguenin (2008), en travaillant en Amazonie guyanaise, a conclu que ce sont les irrégularités de charge et de temps de pâture et de repos qui posent surtout problème. En effet, une charge élevée peut être compensée par un temps de pâture plus court (Holechek, 2001). Huguenin (2008), ainsi que d'autres auteurs (Balent *et al.*, 1993, Balent, 1987; Blanfort, 1996), assimilent les pratiques à des perturbations, qui modifient le fonctionnement des systèmes prairiaux gérés par l'homme (Balent, 1987). Ainsi, les fluctuations d'intensité et de fréquence des pratiques sont des perturbations constantes du système ne permettant pas de maintenir un équilibre entre les espèces dans le couvert. Au contraire, des pratiques régulières peuvent être intégrées au fonctionnement de l'écosystème pâturé (Rikiel, 1985).

En conclusion de cette partie, nous pouvons déduire que ce sont les interrelations sol-plante-animal sous les interventions de l'homme qui vont déterminer l'évolution de la végétation des pâturages. Mais l'influence des pratiques pour la pérennité des pâturages ne peut pas être comprise par l'analyse des résultats de chacune d'elles séparément, ni à un moment donné. C'est l'interaction des pratiques et leurs évolutions qui comptent.

1.3 Problématique et question de recherche

1.3.1 Formulation de la problématique

Actuellement, la dégradation des pâturages est considérée comme un des principaux problèmes environnementaux de l'Amazonie brésilienne, en raison de la grande dimension du cheptel et de l'augmentation continue de la surface implantée en pâture au détriment des écosystèmes forestiers. Or, entre 30 et 61,50% de ces pâturages cultivés seraient en état de

dégradation avancé (Veiga et Falesi, 1986 ; Fearnside et Barbosa, 1998 ; Dias-Filho et Andrade, 2005). Ainsi, en peu de temps, globalement après 3 à 6 années d'utilisation, on observe classiquement une réduction progressive de la production fourragère (Serrão *et al.*, 1978 ; Veiga et Falesi, 1986 ; Veiga et Serrão, 1987 ; Dias-Filho, 1990) et les pâturages sont envahis par des adventices, ce qui est la principale caractéristique du processus de dégradation en cause.

En Amazonie, comme dans la plus part des cas au Brésil, les prairies sont permanentes et sont installées pour durer le plus longtemps possible. En effet, l'alimentation est exclusivement fondée sur les pâturages et leur pérennité est un aspect important de la viabilité économique des exploitations, notamment en raison des coûts élevés d'un renouvellement (Uhl, 1991). Ainsi, la dégradation du couvert fourrager est une évolution complètement défavorable pour l'élevage bovin.

Plusieurs études ont été menées pour expliquer la dégradation des pâturages en Amazonie. Les principaux résultats montrent le rôle majeur des pratiques sur l'évolution des pâturages, plus important que les caractéristiques de l'environnement (Veiga et Falesi, 1986 ; Toppal, 2001 ; Desjardins *et al.*, 2000 ; Dias-Filho, 2003). Ce résultat est confirmé par de travaux menés ailleurs dans le monde, surtout en systèmes plus intensifs (Balent *et al.*, 1993 ; Mott, 1989). L'espèce fourragère, l'implantation du couvert, la charge animale, le système de pâturage (continu, tournant...) et l'utilisation des feux apparaissent comme les variables les plus importantes en vue de la longévité de la production fourragère (Falesi, 1986 ; Mott, 1989 ; Simão Neto, 1986 ; Veiga, 1994 ; Desjardins *et al.*, 2000 ; Huguenin, 2001 ; Dias-Filho, 2003).

L'hétérogénéité des états des couverts prairiaux et les dynamiques diverses d'envahissement par les adventices pourraient donc s'expliquer par la diversité des actes techniques que les éleveurs de bovins enchaînent au cours des saisons et des années pour alimenter leur troupeau au pâturage. Cette diversité des façons de conduire les pâturages renvoient aux différents savoirs techniques qui sous-tendent ces pratiques. Ceux-ci peuvent être d'origine scientifique. Des solutions techniques pour une gestion adaptée du pâturage, permettant de maîtriser l'envahissement par les adventices, ont été développées par des méthodes expérimentales. Cependant, elles sont généralement établies hors du contexte local et même régional, dans des stations expérimentales situées près des grands centres urbains dans de bonnes conditions productives (Navegantes-Alves, 2002). Elles ne sont pas toujours faciles d'emploi par les

éleveurs des fronts pionniers. De plus, l'appui au développement et l'assistance technique, quand ils existent, sont restreints et discontinus (Navegantes-Alves et Silva, 2004). Les agriculteurs produisent également des connaissances qui dirigent leurs pratiques (Darré, 1999). Néanmoins sur les fronts pionniers brésiliens, il y a eu peu de temps pour cette production endogène. La colonisation massive de la région étant initiée au début des années 70, on se trouve, au maximum à la deuxième génération de colons. Mais la plupart des agriculteurs sont installés depuis moins de 30 ans, voire même moins de 20 ans. Originaires d'autres régions du Brésil, de milieu biophysique complètement différent, les colons doivent adapter leurs connaissances et leurs pratiques acquises ailleurs.

Au-delà de la question des savoirs présidant au choix des pratiques, la diversité des conduites des pâturages est aussi à relier aux objectifs, stratégies, structures et capacités d'investissement des exploitations (Hostiou, 2003). Les tapis fourragers les plus stables sont trouvés chez les agriculteurs plus capitalisés (Tourrand et al., 1997). Cela indique l'importance d'autres facteurs, d'ordre socio-économique et liés à la situation des familles-exploitations, qui sont en amont des choix de conduite des pâturages. Selon Ferreira, 2001, les solutions aux problèmes techniques qui touchent l'élevage en Amazonie sont bien connues du milieu scientifique. On peut alors s'interroger sur les raisons qui font qu'elles ne sont pas mises en œuvre, même quand les agriculteurs ont accès à ces informations. Les fortes contraintes sociales, économiques et organisationnelles subies par une agriculture familiale de front pionnier nous paraissent être des facteurs d'explication important pour la non-adoption de pratiques de gestion plus durable des pâturages. La recherche agronomique brésilienne est fondée presque exclusivement sur une approche analytique, dans le cadre d'un modèle de production visant une intégration au marché et la maximisation de la production. Ce modèle ne peut pas s'appliquer à toutes les exploitations, surtout pas à celles à base familiale, où les besoins de la famille sont souvent mis en avant (Tchayanov, 1981).

Dans une perspective d'appui aux transformations de l'élevage bovin, de façon à aider les éleveurs à faire évoluer leurs pratiques de gestion afin de mieux maîtriser l'envahissement par les adventices, il est donc important de comprendre les déterminants de cette diversité des façons de conduire les pâturages. Nous privilégions une approche considérant que la situation et les choix des éleveurs à l'échelle du système famille-exploitation (Osty, 1978) sont un facteur important des décisions de conduite du pâturage. Nous retiendrons par la suite le terme de système de production (Brossier, 1987) pour dénommer la combinaison des productions et

des facteurs de production (y compris le travail familial) mis en œuvre dans un établissement ou par un ensemble d'établissement.

La problématique de cette thèse est donc de comprendre comment s'articulent trois objets, considérés en dynamique d'évolution forte dans les fronts pionniers amazoniens : le système de production, la conduite du pâturage et les couverts prairiaux.

1.3.2 Questions et hypothèses

Le présent projet de thèse se situe dans le cadre d'études systémique, ayant comme problématique générale la dégradation des pâturages en Amazonie, en portant une attention particulière aux conditions qui déterminent les choix de l'éleveur concernant la mise en œuvre de la conduite des pâturages.

La question centrale de la thèse peut ainsi se formuler de la façon suivante :

Quelles sont les relations entre systèmes de production, conduites des pâturages et couverts prairiaux chez les éleveurs bovins d'Amazonie Orientale ?

Cette question centrale peut se décliner en plusieurs questions et hypothèses.

Quel est l'état et la dynamique d'envahissement des pâturages, évalué à partir du taux de recouvrement par les adventices ? Nous faisons l'hypothèse qu'il existe une grande variabilité de l'état des pâturages et des processus de d'envahissement également variable. Cette hypothèse soulève la question des échelles spatiales auxquelles menées les observations pour caractériser cette variabilité (intra-parcs, entité de gestion des pâturages, inter-parc au sein d'un même établissement, inter-établissement ?). Notre entrée par les pratiques nous engage à privilégier le niveau entité de gestion de l'éleveur, c'est-à-dire le parc.

Comment l'envahissement par les adventices est-il perçu et géré par les éleveurs, à différents échelles spatiales et temporelles ? Nous faisons l'hypothèse que les éleveurs apprécient l'état d'envahissement de leur parc par des adventices et qu'ils prennent des décisions d'actions, concernant la lutte contre les adventices, le renouvellement éventuelle, mais également concernant la conduite du troupeau au pâturage.

Quels sont les liens entre la diversité des conduites des pâturages et la diversité et la dynamique des systèmes de production ? Nous faisons l'hypothèse que les choix en termes de conduite des pâturages ne sont pas indépendants d'autres niveaux de l'organisation des décisions concernant la structuration et le fonctionnement du système famille-exploitation. Nous faisons également l'hypothèse que dans le moyen terme (plusieurs années), certains systèmes de production sont plus favorables que d'autres à la mise en œuvre de conduite du pâturage favorable au maintien des couverts fourragers.

L'analyse des systèmes de production et des conduites des pâturages permet-elle d'expliquer l'hétérogénéité des états et la variabilité des dynamiques d'envahissement par les adventices ? Nous faisons l'hypothèse que les connaissances acquises sur le fonctionnement des écosystèmes pâturés et les effets des pratiques de pâturage sur la dynamique des couverts prairiaux nous permettront d'interpréter les associations observées chez les éleveurs entre des conduites du pâturage et des états de végétation.

CHAPITRE 2 : LE DISPOSITIF DE RECHERCHE

Dans ce chapitre, nous nous attacherons à présenter le dispositif de recherche d'une manière très concrète. Il s'agit tout d'abord de montrer un aperçu général de notre démarche et ainsi démontrer la cohérence entre les phases de l'étude pour répondre à notre question de recherche. Nous présenterons ensuite les différents concepts de l'analyse systémique qui sous-tendent notre approche multi-scalaire, tant du point de vue spatial que temporel. Nous préciserons également les pratiques sur lesquelles nous nous sommes concentrés. Après avoir présenté les différentes unités d'observation que nous avons choisies pour mener cette étude, nous montrerons plus en détail comment nous avons procédé pour le recueil et traitement des données, à travers la présentation des outils utilisés pour nos analyses. En dernier lieu, nous expliquerons les ajustements méthodologiques que nous avons fait pour prendre en compte le point de vue d'éleveur et notre propre appréciation de l'état des pâturages. Ces ajustements et adaptations méthodologiques concernaient différents niveaux spatiaux d'évaluation de l'envahissement par les adventices.

2.1 La démarche générale

Nous montrerons ici, d'une manière générale, comment nous avons conduit l'étude pour répondre à nos questions de recherche. Notre démarche comprend des étapes auxquelles correspondent des sous questions. Les résultats de ces phases sont présentés dans la thèse sous forme de trois articles, chacun d'entre eux comprenant les matériels et méthodes adoptées pour obtenir ces résultats. Il s'agit ici de montrer la cohérence méthodologique globale de ce travail de thèse en explicitant la démarche générale.

La démarche générale a été développée de manière à évaluer l'influence et les effets des différentes situations rencontrées sur les choix des modes de conduite du pâturage et sur la dynamique de la végétation. L'objectif était alors de relier l'état des prairies aux situations des familles et de leurs exploitations (encadré 2). Pour autant, et face à notre question de recherche, il s'avérait essentiel d'analyser les pratiques de gestion des pâturages en vue d'une compréhension de leurs cohérences, définie par les projets des éleveurs. Cela nous a permis d'appréhender une gamme de facteurs (internes et externes à l'exploitation) permettant d'expliquer les choix des pratiques par les agriculteurs et ainsi envisager les changements possibles. Notre approche a été centrée sur l'observation des pratiques, au sens de Landais et Balent (1993), pour qui il est possible de "remonter" des pratiques aux raisons qui les sous-tendent.

Encadré 2 : Situation et projet des agriculteurs

Nous utilisons le terme **situation** dans le sens défini par Deffontaines et Petit (1985), comme « *l'ensemble de contraintes qui limitent, à un moment donné, les possibilités d'action de l'agriculteur. Incluant aussi les atouts* ».

Ces auteurs soulignent les interdépendances entre pratiques et **projets** en indiquant que le choix des pratiques ne peut être compris que dans la perspective du projet et, inversement, que l'analyse des pratiques révèle les projets. Le projet étant « *une structure hiérarchique d'objectifs* ».

Ainsi, pour nous, comme l'indique Deffontaines et Petit (1985) « *...les concepts de situation et de projet fournissent un cadre d'analyse pour une vision globale du système famille-exploitation, nouant toute une série de relations avec son environnement, et trouvant sa finalité dans les décisions prises par l'agriculteur, décision qui assurent la régulation d'ensemble du système* ».

Notre analyse a porté sur plusieurs échelles spatiales qui vont du niveau local (d'un ensemble d'exploitations géographiquement proches) jusqu'à la parcelle. Nous avons également adopté une approche temporelle à plusieurs niveaux. Une analyse dans le long terme a ainsi été réalisée pour prendre en compte les évolutions du système qui ont conduit à l'état actuel des pâturages, qui résulte de l'effet des pratiques accomplies dans le temps, en parallèle à une approche de court terme (saison, année) pour analyser les choix de conduite.

L'étude s'est donc déroulée en trois phases complémentaires durant lesquelles, les dynamiques temporelles ont toujours été prises en compte. La première étape consistait à caractériser la diversité des systèmes de production et des pratiques de pâturage à l'échelle d'un ensemble d'exploitations. Lors de cette première phase, une **enquête exploratoire** a été menée sur un grand échantillon de 65 exploitations. La deuxième étape a eu pour but d'identifier les changements importants de pratiques pour 7 exploitations, sélectionnées par leurs diversités de situations (repérés dans l'étape précédente). Elles ont fait l'objet d'une **enquête rétrospective**. La troisième étape avait un objectif d'appréhender les décisions au long de l'année qui déterminent l'enchaînement des pratiques de pâturage. Un **suiti des pratiques durant un an** a ainsi été réalisé dans le même échantillon de 7 exploitations et des **observations et mesures** de végétation ont été réalisées.

Ces étapes correspondent à un découpage du temps et de l'espace qui nous a permis de concevoir les niveaux d'organisation de la décision des agriculteurs concernant la gestion des pâturages. En effet, il y a des décisions impliqués à la gestion d'ensemble de l'exploitation (Brossier *et al.* 1991), ainsi que sur les choix à moyen ou long termes (Hemidy *et al.*, 1993 ; Papy, 1998). Nous avons traité ces questions dans la première et deuxième phase du travail. Les éléments pris en compte par les agriculteurs au quotidien et dans le court terme, concernant notamment la conduite des animaux au pâturage, ont été examinés pendant le suivi.

Nous abordons la problématique fondée sur les sciences agronomiques, qui est notre discipline de base, en ayant également recours à des outils et apports des sciences humaines et de l'environnement. Notre questionnement de départ, autour des conditions de mise en oeuvre des pratiques conduisant à la durabilité des pâturages, nécessite une certaine approche inter et multidisciplinaire.

2.1.1 Caractériser la diversité des modes de gestion des pâturages

L'hypothèse de départ de cette phase était qu'il existait une diversité de modes de gestion et de niveaux de dégradation des pâturages, qui serait liée à une diversité de trajectoires des systèmes de production et de situations de l'environnement externe de l'exploitation. Cette proposition suit une ligne théorique qui considère l'évolution des exploitations pour comprendre le sens des pratiques (Capillon, 1993 ; Moulin *et al*, 2008 ; Darré et Mathieu, 2004) . L'analyse des trajectoires aide à la compréhension des objectifs et stratégies de gestion des pâturages. Cette phase consistait globalement à saisir la diversité des systèmes de productions, des trajectoires et des modes de gestion des pâturages. Cette phase a permis également de vérifier les relations entre les niveaux d'organisation.

L'étude a été fondée sur l'analyse comparative de deux localités¹, ainsi que sur l'application de questionnaires en deux périodes (2003 et 2008). Les données de 2003 sont issues de travaux que j'avais réalisés dans le cadre de mes activités professionnelles antérieures à ma thèse. Ma thèse permet de valoriser ces informations. L'utilisation des données à deux dates nous a permis de caractériser la diversité des systèmes de production à deux périodes et de retracer les trajectoires des exploitations dans l'intervalle.

Les deux localités choisies pour l'étude sont contrastées par rapport à l'évolution des systèmes de production et le développement de l'élevage, surtout parce que leurs colonisations ont été menées en différentes périodes. Les différences de contextes sur les terrains d'étude nous ont permis d'analyser leurs impacts sur les modes de gestion des pâturages.

Ce travail a permis de construire un petit échantillon de 7 exploitations, représentatif de la diversité des modes de gestion des pâturages, sur lequel les phases ultérieures ont été réalisées.

¹ On utilise localité et pas village car la plupart des exploitations sont assez éloignées les unes des autres (sur des distances de quelques kilomètres), il n'y a pas de concentration de maisons à un endroit.

2.1.2 Identifier les changements des pratiques de gestion des pâturages

L'analyse des processus de changements des pratiques de gestion des pâturages, selon la méthode proposée par Moulin *et al.* (2008), nous a permis de faire le lien avec les évolutions du contexte, « *à la fois contexte interne relatif aux évolutions du système "famille-exploitation", mais également contexte externe lié aux transformations socio-économiques des exploitations* » (Moulin *et al.* , 2008). Ainsi, elle permet aussi d'apercevoir les transformations d'un ensemble d'exploitations et leurs possibles rapports, face, par exemple, à un événement important. Cela est nécessaire, car l'analyse des trajectoires ne nous apporte pas cette perception globale, car elle se focalise sur les évolutions individuelles des exploitations.

2.1.3 Comprendre le choix des pratiques au long d'une année

L'objectif de cette phase était de comprendre la prise de décision des agriculteurs quant au choix des pratiques de conduite des pâturages au long d'une année, en analysant comment ils combinent les différentes variables de leurs actions (les pâturages, le troupeau, les moyens de production, l'organisation du travail, les impératifs familiaux , les facteurs et contraintes externes...). La caractérisation de ce processus décisionnel, fait par suivi, nous a permis d'analyser le fonctionnement des exploitations.

2.1.4 Évaluer la végétation

Pendant le premier et le dernier passage du suivi, nous avons fait des observations et des mesures pour avoir notre propre évaluation de l'état des pâturages. Les agriculteurs nous ont indiqué leurs évaluations des pâturages pendant la phase d'enquête, mais nous avons voulu avoir notre propre appréciation. Cela a été fait surtout pour pouvoir comparer les exploitations entre elles et dans le temps, les perceptions des éleveurs pouvant être différentes ou évoluer dans le temps. De cette manière, nous avons pu aussi construire notre propre point de vue sur l'état des pâturages. Nos appréciations objectivées des pâturages ont constitué un moyen de dialogue et d'échanges avec les agriculteurs. Cette connaissance fine des différentes parcelles d'une exploitation nous a permis de mieux comprendre le choix des agriculteurs quant au fonctionnement du système de pâture.

2.2 Le cadre et éléments théoriques de l'étude

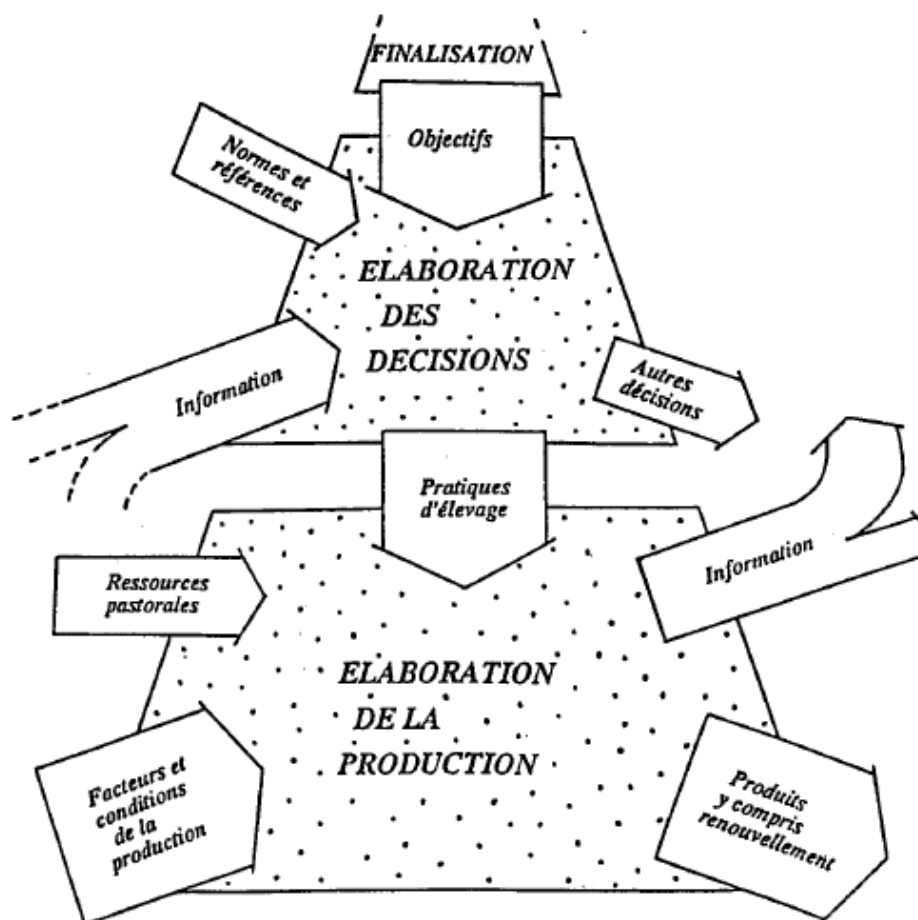
Nous présenterons ici les éléments conceptuels qui nous ont permis d'aborder notre question de recherche et qui ont fondé notre raisonnement. Ainsi, nous indiquerons les définitions des termes importants pour notre étude, qui seront employés tout au long de ce document. Notre propos ici est de présenter l'appropriation que nous avons fait des principaux concepts qui sous-tendent les approches que nous avons choisies pour aborder notre sujet et conduire notre étude.

2.2.1 L'approche systémique et le rôle central de l'homme dans les systèmes agricoles

Depuis le point de vue que nous adoptons sur la problématique autour de la dégradation des pâturages, et surtout à partir de la construction de notre question de recherche, relative aux raisons de la mise en œuvre des pratiques par les éleveurs, nous mettons l'homme au centre de notre sujet. Cette conception suit les **théories systémiques** appliquées aux domaines de l'agronomie (Sebillotte, 1974 ; Osty, 1978) et de la zootechnie (Landais *et al.*, 1987). Assez courante en France et dans d'autres pays dans le monde (Gibon *et al.*, 1999 ; Dedieu *et al.*, 2008), elles sont peu répandues au Brésil, lieu de notre étude. Ainsi, l'approche systémique appliquée à la zootechnie est le grand cadre théorique et méthodologique de cette étude, puisque nous étudions des systèmes de productions animaux, où le pâturage est une des composantes.

L'importance donnée au rôle de l'homme est propre au concept du **système d'élevage**. La définition générale présentée par Landais *et al.* (1987) constitue une référence dans ce domaine. Il indique: "*un système d'élevage est un ensemble d'éléments en interaction dynamique organisé par l'homme en vue de valoriser des ressources par l'intermédiaire d'animaux domestiques en fonction de ses objectifs*". Ainsi, l'homme est plus qu'un élément du système, il est le "pilote" à travers ses pratiques (Landais et Balent, 1993 ; Landais et Bonnemaire, 1996). Les finalités des agriculteurs et de sa famille sont à l'origine de la conception du système d'élevage et de l'étude de son fonctionnement. Cette finalité conduit à reconnaître la cohérence du système (Osty, 1988 ; Brossier, 1987 ; Sebillotte, 1978). Le modèle conceptuel présenté en premier lieu par Osty et Landais (1991) met encore plus en évidence le pôle humain, en le distinguant de l'ensemble des facteurs biotechniques (regroupant les ressources et les animaux). En fait cette représentation du fonctionnement des systèmes d'élevage présente le couplage de deux modèles, relatifs à l'élaboration de la

décision et d'élaboration de la production, les liens étant les pratiques (Figure 9). Cette distinction entre un pôle biotechnique et un pôle humain est également faite dans les approches anglo-saxonnes des *Farming Systems*, développées par exemple en Australie. Ainsi Keatin et McCown (2001) distinguent “the biophysical ‘Production System’ of crops, pastures, animals, soil and climate, together with certain physical inputs and outputs, and the ‘Management System’, made up of people, values, goals, knowledge, resources, monitoring opportunities, and decision making”.



Source : Osty et Landais, 1991.

Figure 9: Représentation du fonctionnement des systèmes d'élevage reposant sur le couplage d'un modèle d'élaboration des décisions et d'un modèle d'élaboration de la production.

Plusieurs études ont démontré les multiples intérêts d'une "entrée" par les **pratiques** (Gibon, 1981 ; Milleville *et al.*, 1982 ; Landais et Deffontaines, 1988 ; Dedieu, 1993 ; Ingrand *et al.*, 1993 ; Darré *et al.*, 1994 ; Caron, 1998). Dans notre démarche c'est l'aspect décisionnel des

pratiques qui est privilégié. Mais dans tous les cas, c'est la matérialité des pratiques (Landais et Balent, 1993), la possibilité de les saisir (soit par observation ou par enquête), qui font leur intérêt. Nous avons adopté un point de vue qui cherche à éclairer les déterminants de la mise en oeuvre d'une pratique donnée, à un instant donné, par référence à l'ensemble du système qui est géré par l'opérateur (Landais, 1987). Cet éclairage des pratiques est très proche de notre question de recherche et est d'autant plus pertinent pour notre étude, car elle encadre les aspects temporels et situationnels.

Pour Brossier et Petit (1977), l'action des agriculteurs varie en fonction des représentations qu'ils ont de leur **situation** (qui concerne le passé) et de leur **projet** (qui concerne l'avenir) ; ces deux aspects peuvent expliquer les décisions prises. Nous avons, en conséquence, considéré la situation et le projet (ces définitions ont été présentées antérieurement, voir encadré 2) comme des repères importants pour l'adoption de certaines pratiques plus ou moins durables pour les pâtures. Dans le même sens, Landais et Deffontaines (1988) insistent sur l'étroite liaison entre pratiques et projets en précisant : "*on éclaire les projets par les pratiques, on comprend les pratiques par les projets*".

Dans notre étude, la seule observation des pratiques n'était donc pas suffisante pour rendre compte des raisons de leur mise en place. Il nous a fallu relier pratique, situation et projet, comme le suggèrent Brossier et Petit (1977). Sebillote et Soler (1990) soulignaient déjà les limites de l'analyse des pratiques pour comprendre les choix des agriculteurs. Ils proposent alors le terme de **processus de décision** en tant que le cheminement conduisant aux différents choix soumis à des révisions permanentes en relation aux aléas (Turckheim et al., 2009). La base de ces choix serait les objectifs et la perception que les agriculteurs ont de leurs situations. Les travaux menés sur les décisions des agriculteurs ont ainsi inspiré notre démarche. Mais nous avons concentré notre attention sur une phase du processus de décision : celle du choix des pratiques. Les phases de conception du problème et des solutions possibles ainsi que d'évaluation des résultats de la décision n'ont pas été abordé ici dans le cadre d'un travail déjà très large.

Les systèmes concernés par notre étude n'étaient généralement pas spécialisés en élevage, ce qui nous intéressait pour comparer l'effet d'activités multiples sur les décisions quant aux pratiques de gestion des pâtures. C'est pour cette raison que nous avons adopté aussi la conception de **système de production**, abordé par Badouin (1987) comme l'utilisation des ressources productives et leurs répartitions. En anglais ce concept correspond

à Farming systems (Pearson et Ison, 1987) . Pour cet auteur les systèmes de production emboîtent les systèmes de culture et d'élevage. Dans nos terrains d'études, comme il s'agit dans la majorité des cas des systèmes d'exploitation familiaux (fondés sur la main d'œuvre de la famille pour laquelle l'exploitation est aussi le lieu de vie), nous avons choisi d'adopter le terme **système famille-exploitation** (Marshall *et al.*,1981). En effet, dans ce type d'exploitation, les questions concernant la famille sont indissociables de celle de l'exploitation. Cela correspond aussi à un facteur de complexification de ces systèmes et des décisions, car comme le signalait Osty (1978) ils ne répondent pas à des critères simples et uniformes d'optimisation de la production.

En ce qui concerne notre sujet de thèse, l'intérêt de ces démarches, qui découle de l'approche systémique, réside dans leurs aspects holistiques et leur posture orienté vers la compréhension des systèmes paysans.

2.2.2 Les niveaux d'organisation temporels

Pour répondre à notre question de recherche il s'est avéré nécessaire d'utiliser une approche à différents niveaux d'analyse temporels. Les éléments concernant le choix des pratiques peuvent se rapporter à une échelle de temps plus ou moins longue : i) celles relatives à des transformations lentes sur les systèmes de production et d'élevage en relation avec la dynamique agraire ; ii) celles des évolutions annuelles ou pluriannuelles de la végétation ; iii) celles du jour à jour concernant l'affectation des animaux aux parcs. Ainsi, Landais (1987) se référait à deux manières de prises en compte du temps, comme **le temps "rond"** des enchaînements des saisons ou des jours et une échelle linéaire relative à plusieurs années **"le temps long" des stratégies et dynamiques**. Nous avons utilisé cette double indexation du temps suggéré par Landais (1987) et Landais et Bonnemaire (1996).

L'intérêt d'une approche temporelle pour notre étude consiste à prendre en compte les transitions et dynamiques pour saisir des éléments de compréhension nécessaires à notre sujet. Hubert (1994) souligne que la gestion des processus biologiques concerne des événements qui ne prennent de sens que dans leurs enchaînements, qu'il a fallu donc intégrer à notre étude pour pouvoir être interprétés. Dans le même sens Girard (1995) précise que les *"pratiques ne prennent leur sens que situées dans le temps (le temps historique, le temps de leur mise en oeuvre, mais aussi leur durée) et l'espace"*.

Ainsi que les pratiques, les situations et les projets changent sur des différents pas de temps, d'après une capacité permanente d'adaptation des agriculteurs (Petit, 1981), en influençant les décisions. L'image du processus de décisions proposé par Sebillotte et Soler (1988) s'oppose à une vision de la décision comme instantanée, ils présentent leurs caractères continus, sujets à des phases constantes de revision et de re-élaboration, incluant des processus d'apprentissage. Bien que dans notre travail de thèse nous ne nous focalisons pas sur l'évaluation que les éleveurs font de leurs choix, il est important de considérer que ces choix font partie d'un processus continu.

En définitif, nous suivons Papy (1998) pour qui *"il apparaît possible de concevoir une organisation des décisions de l'agriculteur comme résultant d'un découpage du temps et de l'espace qui lui permet de traiter d'une façon hiérarchisée les incertitudes auxquelles il doit faire face"*.

2.2.3 Les niveaux d'organisation spatiaux

Notre démarche comprend des niveaux d'organisation spatiaux qui concernent l'environnement des exploitations ; notamment vu au travers des deux localités dans lesquelles elles se situent, les systèmes "famille-exploitation", l'ensemble des pâturages et les parcs, considérés individuellement (Figure 10). À chacun de ces niveaux, nous pensons pouvoir identifier des facteurs qui pourraient influencer le choix des pratiques de pâturage. Pour chacun de ces niveaux, nous avons utilisé des concepts qui nous ont servi d'outil de synthèse des phénomènes qui pouvait influencer notre sujet.

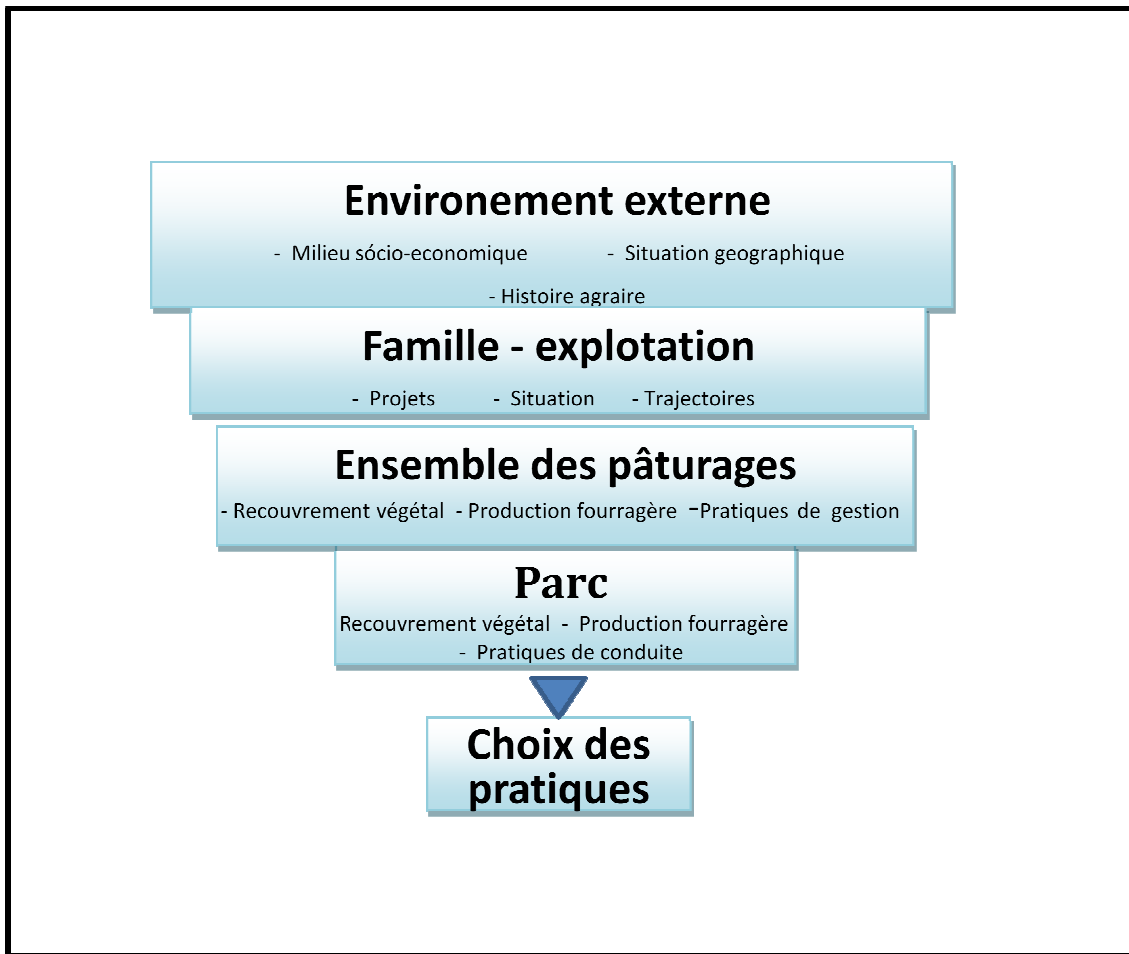


Figure 10: un emboîtement de niveaux d'étude, de l'environnement des exploitations au parc pâturé.

Concernant les deux localités nous avons utilisé le concept de **systèmes agraires** pour appréhender les facteurs externes à l'exploitation qui pourrait conditionner les choix des pratiques. Parmi les nombreuses définitions, nous retiendrons celle de Mazoyer (1997), pour qui le **système agraire** est *"l'expression théorique d'un type d'agriculture historiquement constitué et géographiquement localisé, composé d'un écosystème cultivé caractéristique et d'un système social productif défini, celui-ci permettant d'exploiter durablement la fertilité de l'écosystème cultivé correspondant"*. Ainsi, dans les deux systèmes agraires on pensait pouvoir identifier différents modes de gestion des pâturages et les reliés avec les différences quant à l'environnement externe à l'exploitation.

Cette approche des systèmes agraire nous a permis de percevoir la diversité des **systèmes de production** et des **systèmes d'élevage**. Cela a été fondamental pour nos travaux, car comme l'indique Cochet (2004) les explications des choix des pratiques des éleveurs doivent être cherchées non seulement au niveau du fonctionnement du système d'élevage, mais aussi de celui du système de production.

Le niveau de la parcelle a été fondamental pour notre étude, car c'est là qui se matérialise les pratiques et pour autant elle a été le lieu de nos observations. À ce niveau nous avons observé d'une part les pratiques qui ont été mises en place au cours d'une année et d'autre part l'état de la végétation. Nous avons considéré les parcelles soit comme un ensemble, soit individuellement, car l'unité de gestion et les pratiques peuvent être relatives à ces deux échelles. Notre hypothèse était qu'il pourrait avoir des pratiques spécifiques à quelques parcelles d'un établissement, qui ainsi produiraient des différences d'état de la végétation entre parcelles d'un même parcellaire. L'utilisation des différentes parcelles au cours d'une année s'organise autour d'un objectif qui est de nourrir le troupeau. Nous avons donc fait appel à la notion de **système d'alimentation** et aux méthodes développées en France pour l'analyse fonctionnelle de systèmes d'alimentation reposant sur le pâturage (Guérin et al., 1994 ; Moulin et al., 2001). A l'échelle d'un parc, nous analysons les successions d'opérations techniques (utilisation par les animaux, repos, interventions contre les adventices...), qui renvoie à la définition d'itinéraire technique proposé par Sebillotte (1978) en ce qui concerne les cultures annuelles, ou le mode d'exploitation parcellaire, proposé par les auteurs ayant développé l'analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation (Guérin et al., 2001).

Pour Deffontaine (1991), la **parcelle** est en même temps un support et une unité d'utilisation. Il définit la parcelle comme "*une portion continue de territoire qui porte la même culture, ou a une même utilisation, et qui fait l'objet de la même succession d'interventions*" (Deffontaines, 1991). Pour notre étude, l'analyse au niveau des parcelles a pris ces deux tournures. Ainsi, nous avons un double objectif à ce niveau : comprendre les fondements biotechniques qui ont orienté les choix des éleveurs sur la manière de conduire les animaux aux pâturages ; l'autre en terme d'analyse des effets des pratiques sur l'envahissement par adventices. Selon Blanfort (1996), le concept de **parcelle** regroupe justement deux aspects ; elle est en même temps l'unité élémentaire du découpage de l'espace de l'exploitation et l'unité élémentaire de gestion du système fourrager.

Le **parc** est une partie de la surface totale des pâturages limités par des clôtures fixes, c'est l'unité de conduite des animaux au pâturage. Il peut avoir confusion entre le terme parcelle et parc, car un parc pourrait être composés de différentes espèces fourragères ou être soumis à différentes pratiques agricoles (comme fertilisation à des endroits précis) et ainsi être divisé en plusieurs parcelles. Dans notre cas d'étude c'était l'unité de gestion qui nous intéressait, pour cette raison nous préférons utiliser le terme de parc.

Enfin, nos options méthodologiques étaient orientées pour nous permettre d'avoir une perception globale des choix des pratiques concernés à la dégradation des pâturages. Les concepts et les démarches qui en découlent devaient nous donner les moyens de comprendre les interactions entre l'environnement, les systèmes de production et d'élevage et les pâturages. De la même manière, les aspects dynamiques de ces interactions pourraient nous permettre de saisir les changements des pratiques qui ont conduit aux choix actuels. Les théories et méthodes systémiques nous ont apporté la possibilité de prendre en compte cette perspective évolutive et de considérer les effets des interactions entre les éléments et les niveaux considérés (Le Moigne, 1977).

2.2.4 Précisions sur les pratiques étudiées

Notre objectif est de comprendre la logique et les conditions des choix des pratiques par les éleveurs au niveau de la gestion des pâturages. Nous ne pouvons donc pas nous attacher à une analyse individuelle, mais à la compréhension d'un ensemble de pratiques en interaction les unes avec les autres, vues ici comme un mode de gestion. En même temps, comme la problématique fondamentale est la gestion durable des pâturages, ce sont les pratiques qui présentent un effet éprouvé sur l'envahissement (paramètre retenu pour la caractérisation de la dégradation) qui ont été analysées. Elles ont été examinées par rapport au temps et à leurs organisations spatiales, d'après les propositions de Girard *et al.* (2001). Les pratiques de **configuration du territoire d'élevage**, qui correspondent à un événement à un moment donné, ont été saisies par enquêtes et, entre autres, ont fait l'objet d'un plan parcellaire dessiné. Pour Girard *et al.* (2001), les interventions sur les adventices relèvent aussi des pratiques de configuration du territoire : il y a trois types de pratiques de configuration : i) entrée-sortie de surfaces (gestion du foncier, dans notre cas le foncier est fixe, la distribution spatiale des pâturages est établie au départ), ii) l'équipement du territoire (clôture, point d'eau...); iii) la mise en valeur des surfaces (défriche, fertilisation, lutte contre les adventices...).

Dans une configuration donnée, le territoire est utilisé, au travers des pratiques d'utilisation des territoires d'élevage (Girard *et al.*, 2001). Nous distinguons deux niveaux d'organisations de ces pratiques : i) pratiques de gestion des pâturages, qui ont été saisies par les enquêtes larges sur les deux terrains d'étude ; ii) les pratiques de conduite des pâturages, saisies grâce au suivi.

Les pratiques de gestion des pâturages (tableau 2) sont celles relatives à une organisation globale du système de pâture (continu ou en rotation), à un plan plus ou moins élaboré du rythme des cycles de pâture et la structuration des lots d'animaux. Ces pratiques peuvent être décidées pour une ou plusieurs années, même si des ajustements sont nécessaires. Il y a aussi des pratiques de gestion qui changent tout au long de l'année, dont les décisions se reportent à un parc ou à quelques parcs d'un établissement. Elles sont relatives au moment précis d'entrée et sortie des animaux des parcs, aux changements dans la composition des lots d'animaux et aux contrôles des adventices. Ainsi, les sont présentées sur le

Tableau 2: Pratiques analysées par l'étude.

Pratiques	Informations recueillies
<i>Pratiques de configuration du territoire</i>	
Disposition de la structure	Position des : clôtures, points d'eau, chemins d'exploitations, bâtiments, équipements
Le choix de l'espèce ou des espèces fourragères installées	Espèce ou mélange d'espèces – lieu d'installation dans le parc
Acquisition et abandon des pâturages	Date d'installation, d'achat, de vente, d'abandon
<i>Pratiques de gestion des pâturages</i>	
Système de pâture	En cas de rotation : les parcs conduits ensemble, plan pour l'utilisation
L'allotement	Nombre de lots. Comment sont constitués les lots d'animaux. Évolutions de la composition des lots
Conduite du pâturage	Affectation des lots d'animaux à des parcs. Date d'entrée et de sortie des animaux dans chaque parc

Lutte contre les adventices	Type de lutte, intensité et périodicité
-----------------------------	---

2.3 Choix des unités d'observation

Les deux localités

Les deux localités étudiées sont situées sur le front pionnier d'Amazonie Oriental, au Sudeste de l'état du Para (figure 11). Ce territoire est connu dans l'ensemble du Brésil par les conflits fonciers, par l'élevage et la déforestation, des caractéristiques typiques des fronts pionniers amazoniens. La principale ville de la région est Maraba, qui joue le rôle de principal centre urbain puisqu'elle est éloignée de 540 km de la capitale de l'état, Belem. Cette zone est spécialement bien servie par des routes grâce à sa localisation, à mi-chemin entre d'importantes villes (elle est notamment située entre Brasilia, la capitale du Brésil, et Belem, la capitale du Pará). Cependant l'état du réseau routier est fréquemment précaire, surtout pendant la saison des pluies. Les routes vicinales, qui se construisent peu à peu et qui sont encore largement insuffisantes, sont très mal entretenues et sont fréquemment coupées pendant les pluies.

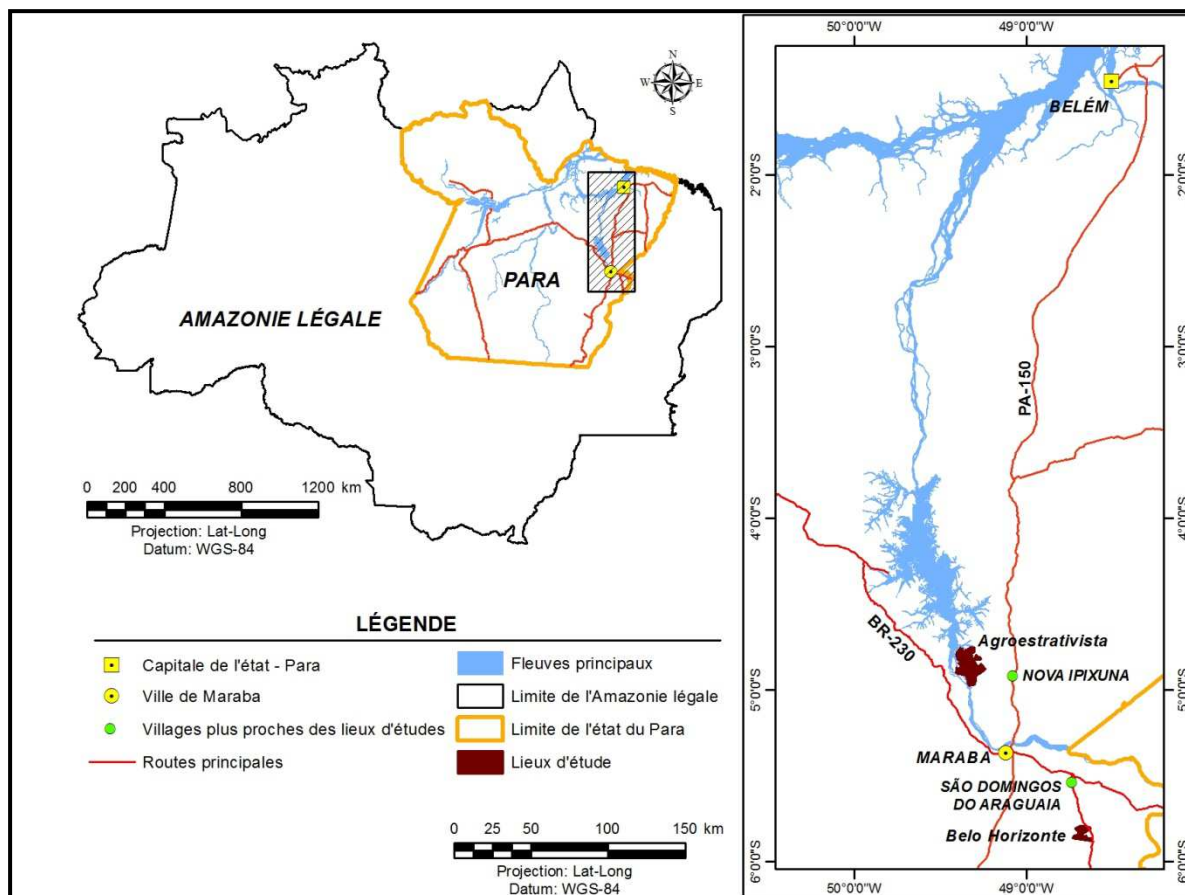


Figure11: Localisation des terrains d'étude.

Nous cherchions à avoir une diversité de contexte dans le choix des unités d'observations. Les époques de colonisation sont un élément important de distinction du contexte agraire et des activités agricoles. Cette hétérogénéité provient aussi des localisations géographiques (notamment proximité des routes et des fleuves). Ainsi nous avons sélectionné une localité plus ancienne, Belo Horizonte, plus proche des routes principales, ayant ainsi un accès plus facile au centre urbain plus proche (Figure 11). Agroextrativista, l'autre localité d'étude est de colonisation plus récente, surtout sur la zone étudiée, dont l'installation des colons date de moins de dix ans. Plus loin, sur le premier tableau de l'article 2 de cette thèse, nous présentons des données qui montrent des caractéristiques de distinction des deux terrains d'étude.

Les deux localités sont des "Assentamentos", un type de possession foncière très répandu sur les fronts pionniers amazoniens. Assentamento rural au Brésil est un règlement foncier effectué par le gouvernement fédéral à travers du Institut Nacional de Colonisation et Reforme Agraire

(INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária). Il peut s'agir "d'assoir " des colons sur une nouvelle terre (politique de colonisation) ou sur des terres désappropriées (politique de réforme agraire). Au Sudeste du Para, comme ailleurs en Amazonie, il s'agit plus fréquemment d'une procédure de colonisation. Par outre, il ne s'agit généralement pas de placer les colons sur une terre vierge. En faite, dans la plupart des cas, les gens se sont installés spontanément, fréquemment sur des terres de l'état qui pouvait être sous le domaine officiel d'un grand producteur. Au début de la colonisation, quand les premiers colons ont commencé à arriver, vers 1970, ces terres étaient destinées à la cueillette des produits de la forêt, puisque les activités agricoles n'étaient pas encore installées. C'est après cette colonisation spontanée que les politiques sont arrivées, à partir du milieu des années 1980, pour officialiser une possession de la terre qui en effet était déjà arrangée. La politique de l'INCRA est effectuée assez lentement, d'après l'apport financier déterminé et attribué annuellement par l'état. Elle comprend, en plus du règlement foncier, l'installation d'infrastructures (en Amazonie il s'agit surtout de routes vicinales), de financements pour la production et pour la construction de maisons et de l'assistance technique.



Figure

12: Route vicinal d'arrivée à/ **sur** Belo Horizonte



Figure13: Maison à Belo Horizonte construite avec le financement de l'INCRA.



Figure 14: Situation fréquemment précaire des routes à Belo Horizonte.

Le choix des deux localités a été fondé par leurs positions géographiques, leurs situations et leurs environnements. Ces localités représentent à la fois des caractéristiques générales des fronts pionniers amazoniens et des situations spécifiques locales. En plus, ces deux Assentamentos sont, parmi cinq autres, des localités de références pour l'étude de la dynamique agraire régionale effectuée depuis le début des années 1990 par l'UFPA (Universidade Federal do Para) à travers du LASAT (Laboratório Sócio-Agrônômico do Tocantins) , où je suis professionnellement attachée. Le fait d'avoir participé de quelques études sur ces terrains m'a favorisé l'accès à des données intérieures² à ma thèse et à des connaissances préliminaires. Nous disposons notamment des bases de données établis sur des questionnaires appliqués en 2003 sur les deux Assentamentos pour une caractérisation des systèmes de production. Ces connaissances préliminaires ont été importantes aussi pour analyser les deux localités par rapport au contexte général de la région et a appuyé le choix des échantillons.

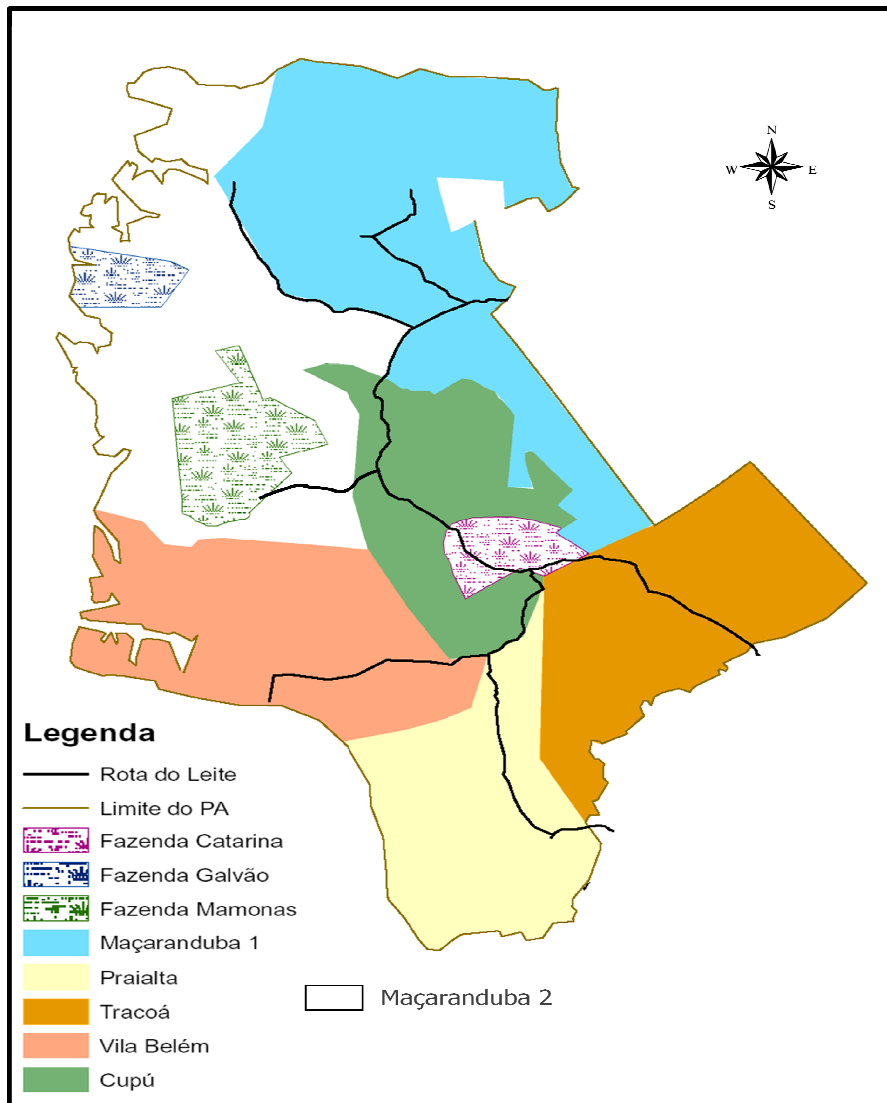
Les exploitations enquêtées

Un échantillon de 65 établissements a été constitué entre les deux Assentamentos pour des enquêtes larges sur les systèmes de production. L'objectif était de reprendre en 2008 le maximum d'exploitations enquêtées en 2003. L'échantillon de 2003 a été établi sur un maximum d'exploitations. A Belo Horizonte seulement deux exploitations n'ont pas pu être saisies de nouveau, car entre temps elles ont été vendues pour des grands propriétaires qui les ont intégrés à ces domaines. Ainsi nous avons retenu 34 exploitations à Belo Horizonte.

A Agroextrativista, qui est un Assentamento beaucoup plus grand (voir tableau de comparaison des deux Assentamentos dans la méthodologie de l'article 2), l'échantillon préalable était bien plus important (84 exploitations) et nous avons dû le limiter en reprenant les exploitations réparties dans une zone. Nous avons ciblé les exploitations qui étaient localisées dans un secteur où la colonisation était plus récente, pour les comparer avec des exploitations plus anciennes de Belo Horizonte. La colonisation de Agroextrativista, qui a été réglementé comme un seul Assentamento, s'est produite peu à peu en avançant progressivement dans l'espace. Ainsi, il a été délimité six différents lieux à l'intérieur de l'Assentamento (Figure 15). Nous avons sélectionné le lieu appelé « Cupu », où la plupart des

² Surtout relatives aux projets CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico)/UFPA.

colons sont arrivés au début des années 2000. Nous avons repris 31 exploitations de cette zone qui faisait partie de l'échantillon de 2003 (soit 84% du total).



Source: Rodrigues et Navegantes-Alves, 2007.

Figure 15: Les lieux dans l'Assentamento Agroextrativista.

Le nombre d'exploitations enquêtées a été restreint par la situation des localités et des exploitations et par les moyens que nous disposions (surtout en terme de temps, mais aussi quant à la logistique). La principale contrainte concernant cette phase d'enquête a été les distances et les difficultés d'accès. Nous avons rencontré plusieurs autres types de difficultés,

telles que l'absence des familles sur l'exploitation pour des longues périodes, puisqu'elles sont obligées de partir régulièrement en ville pour avoir accès aux services publics (comme pour la santé). Le choix des exploitations enquêter a ainsi été limité par les contraintes du terrain d'étude.

Les 65 exploitations échantillonnées impliquent en quatre *Fazendas*³ et 61 établissements d'agriculture familiale. Le recueil de données a concerné tous des parcs de ces exploitations, ce qui correspond à un total de 271 parcs. L'échantillon des exploitations nous a permis d'appréhender une diversité de structures, de fonctionnement et d'état de la végétation des prairies.

Les exploitations suivies

Nous avons sélectionné 7 exploitations pour réaliser un suivi des pratiques de gestion des pâturages pendant un an. Les exploitations suivies ont été choisies de façon à représenter la diversité des modes de conduites des pâturages et de l'état de la végétation des prairies. Un aspect déterminant de cet échantillonnage a été l'entente avec l'agriculteur par rapport au jugement de ses possibilités d'engagement pour un an de suivi, avec d'annotations presque quotidiennes. Dans les exploitations suivies, nous avons fait le recueil de données sur les pratiques mises en oeuvre et sur l'état de la végétation concernant tous leurs parcs, soit 43 parcs. Un seul Assentamento a été retenu pour le suivi, Belo Horizonte, car il comprenait la diversité des modes de gestion des pâturages repérés par les enquêtes. Mais cette limitation de lieu d'étude pendant la phase de suivi se justifie également par les difficultés du travail, encore plus importantes dans ces terrains.

Agroextrativista est davantage marqué par des contraintes pour la recherche. Les conflits fonciers et environnementaux sont très importants dans cet Assentamento. En raison d'avoir encore d'importantes surfaces de forêt inexploitées, la pression pour une extraction inégale du bois est très forte. En outre, dans cet Assentamento il y a encore des lieux où la possession foncière n'est pas encore bien établie (notamment avec des grandes surfaces de fazendas dont

³ Au Brésil, la distinction entre grande et petite exploitations est bien marquée, notamment en utilisant le terme *Fazenda*: exploitation rurale de grande taille (avec plus de 500 ha, au nord du Brésil), qui peut être aussi employée pour des établissements de taille moyenne (plus de 200 ha) dont la main d'oeuvre est contractuelle.

la légalité est mise en doute). Une autre caractéristique est la précarité des routes qui peuvent rester quatre mois coupés pendant la saison des pluies. Tous ces aspects ont rendu impossible un suivi à Agroextrativista.

Le choix des différentes unités d'observation a été fait par un compromis entre nos objectifs de recherche, le contexte et la situation des familles-exploitations et par les moyens que nous disposions. Notre travail a d'autant plus été concerné par les vulnérabilités de l'environnement de notre terrain d'étude face à notre démarche d'insertion dans la réalité locale et de l'interaction avec les agriculteurs.

2.4 Recueil et traitements des données

La construction de ce travail de recherche a mis en oeuvre divers outils nécessaires au recueil de données. L'objectif était d'identifier les situations et les projets au tour de la gestion des pâturages, ainsi que d'appréhender le fonctionnement du système de pâture et l'état de la végétation, le tout dans une perspective dynamique. Les principes de mise en place de certaines pratiques (plus ou moins dégradantes) ont pu ainsi émerger de l'analyse.

2.4.1 Les questionnaires sur les systèmes de production dans les deux localités

Au niveau des deux assentamentos le recueil de données a été fait par des questionnaires avec des questions ouvertes et fermées (en annexe). L'objectif était d'appréhender la diversité des systèmes de production, des systèmes d'élevage et des modes de gestion des pâturages, dans une perspective évolutive au long du temps. Les informations concernaient une approche générale des exploitations et des pratiques concernant les pâturages. À ce niveau nous avons aussi identifié des éléments explicatifs de la structure et du fonctionnement des systèmes (comme la composition de la famille, les principales sources de revenus, le capital initial, l'accès au foncier et à l'infrastructure externe, les sources d'informations...).

L'utilisation des informations recueillies par questionnaires en 2003, puis cinq ans après en 2008 dans les deux localités, a permis de construire une représentation de l'évolution des systèmes. Le recueil effectué en 2008 consistait à une actualisation des données, mais il

incluait aussi des précisions au niveau des pâturages, car les informations recueillies en 2003 concernaient seulement les systèmes de production. Ainsi, nous avons eu une première approche des pratiques de gestion mises en place sur l'ensemble des pâturages des exploitations et de l'évaluation de l'état des pâturages selon l'estimation de l'envahissement déclaré par les agriculteurs. Il a aussi été relevé les événements historiques importants survenus avant 2003 au niveau des parcelles de pâturages (date d'installation, renouvellement, problèmes d'attaque de ravageurs et de maladie).

Le traitement des données a consisté à l'élaboration d'une typologie des systèmes de production et des trajectoires des exploitations (Perrot *et al.*, 1995). La typologie des systèmes de production a été construite à partir des données de 2008, en couplant une analyse de proche en proche des différents cas d'exploitation (Capillon, 1993) et une analyse de la diversité au travers des connaissances d'informateurs privilégiés. La typologie des trajectoires a été élaborée sur les types de systèmes de productions en comparant les données de 2008 avec celles de 2003. La principale donnée utilisée pour établir les trajectoires était l'utilisation des surfaces agricoles, mais nous avons pris en compte aussi autre donnée, notamment les sources de revenu et le nombre d'animaux.

Nous avons aussi élaboré une typologie des modes de gestion des pâturages basés sur les questionnaires appliqués en 2008. Pour l'élaboration de cette typologie, nous avons utilisé les données suivantes : mode de pâture (rotation ou pâture continue); rythme de rotation ; nombre de lot d'animaux ; nombre de parcs. Ainsi, nous avons obtenu un aperçu global du fonctionnement du système de pâture au niveau des exploitations sur les deux localités.

2.4.2 Cartographie des territoires d'exploitation

Une cartographie des territoires des sept exploitations échantillonnées a été réalisée en utilisant un GPS (Global Position System). Ainsi, nous avons établi un plan de toutes les parcelles des sept exploitations. Par commodité ce type de plan est appelé parcellaire. La réalisation des parcellaires a été effectuée avant le démarrage du suivi, en janvier 2009. Le parcellaire constitue la base de représentation de l'organisation de l'espace et de la conduite des animaux au pâturage. Il a été pour nous un moyen d'analyse de cette organisation, mais aussi un outil d'appui aux entretiens avec les agriculteurs sur le sujet de la gestion et de l'état de leurs pâturages. L'élaboration des parcellaires a été d'autant plus importante pour nos

échanges avec les agriculteurs, car ils ne disposaient d'aucune information cartographique sur leur exploitation. C'est ainsi qu'un début de restitution de notre travail a commencé à travers la lecture des parcellaires. C'est à partir principalement de trois points de vue sur l'espace lié à l'activité agricole, avancés par Deffontaines et Petit (1985), que nous avons engagé la cartographie parcellaire: i) comme support de l'activité agricole ; ii) support des contraintes (concernant la configuration parcellaire et du bâti) ; iii) un cadre de relations (par rapport à la disposition et aux distances qui séparent les objets).

La cartographie incluait l'ensemble des surfaces des exploitations, pas seulement les parcelles de pâturage, mais aussi les surfaces de cultures et de forêt. En plus, nous avons représenté sur le plan les bâtiments (corral, maisons), les points d'eau, les portails d'entrée sur les parcs. Ainsi pour chaque parc nous disposions d'informations précises de mesure des surfaces, des dispositions, de distance, de voisinage, de structure (point d'eau, distributeur de sel, portes). En plus, avec l'avancé du recueil des données, nous avons rajouté d'autres informations relatives à chaque parc (comme espèce(s) fourragère(s) semée (s), date d'installation et type d'animal affecté selon les parcelles), ce qui a été fondamental pour notre compréhension du fonctionnement du système de pâture.

2.4.3 Enquêtes rétrospectives

Des enquêtes sur les changements des pratiques sur le long terme en rapport avec les transformations de l'environnement (naturel et socioéconomique) externe à l'exploitation ont été faites à travers des entretiens semi-directifs (guide d'entretien en annexe) avec les agriculteurs, comme l'indiquent Ghiglione et Matalon (1970). Nous avons employé la méthode de collecte et traitement de données relatif à l'analyse rétrospective des changements présenté par Moulin *et al.* (2008). Les entretiens se rapportaient à deux échelles de temps. Concernant le court terme (le temps rond) les questions étaient relatives à l'organisation actuelle des systèmes de production et des pratiques de structuration et gestion des pâturages. Sur le long terme, on s'intéressait aux changements survenus sur le système et ses logiques et raisons, en rapport avec des événements historiques externes importants. Nous nous intéressions à l'ensemble du système de production, néanmoins les questions étaient plus focalisées sur les systèmes d'élevage. Le traitement des données consistait à l'élaboration schématique des chroniques des exploitations en représentant les événements externes et leurs impacts sur des changements au niveau du système de production.

Cette méthode nous a permis d'atteindre différents résultats permettant d'appréhender et de relier différents niveaux de notre analyse. D'abord, nous avons pu avoir une vision sur le long terme concernant les pratiques de gestion des pâturages (leurs origines, leurs transformations et leurs logiques). Nous avons pu relier l'évolution de l'environnement externe de l'exploitation avec les changements internes. En outre, la méthode d'analyse rétrospective nous a permis, grâce à la représentation schématique des changements, de comparer les trajectoires des exploitations étudiées en détail par le suivi.

2.4.4 Entretiens historiques au niveau du système agraire

Des entretiens semi-directifs, spécifiques sur l'histoire des systèmes agraires des deux localités ont été effectués auprès de deux informateurs clés (personnes référents reconnues). L'intérêt des entretiens avec ce type d'informateur c'est qu'ils apportent le point de vue de personnes qui connaissent bien ce niveau plus large d'organisation (Bernard, 2006) des activités agricoles. Les informateurs de référence ont été sélectionnés par rapport à leurs connaissances de l'histoire des systèmes agraires, normalement grâce à leurs insertions dans des organisations sociales. Nous faisons l'hypothèse qu'il pouvait ainsi avoir des complémentarités quant aux informations apportées par rapport aux agriculteurs enquêtés, qui probablement ont une connaissance des faits historiques plus restreinte à leurs environnements proches. Cela est encore plus important dans ces milieux où la circulation d'information est précaire (il n'y a pas de téléphone, les distances entre voisins peuvent être importantes, il n'y a pas de journal). Nous avons enquêté le président du Syndicat des travailleurs ruraux du département où se trouve la localité (le département de São Domingos do Araguaia) et l'ancienne présidente de l'association des travailleurs ruraux de la localité de Belo Horizonte, qui est aussi une des premières personnes arrivées pendant la période de colonisation.

Ces entretiens ont été utilisés pour aider à la construction des typologies des systèmes de production, car ils apportaient des éléments historiques explicatifs de la diversité actuelle de ces systèmes. Les précisions sur la chronologie des événements caractérisant l'environnement des exploitations ont aussi contribué pour l'analyse rétrospective et finalement pour toute notre démarche compréhensive des facteurs externes à l'exploitation qui peuvent influencer les choix des pratiques.

2.4.5 Le suivi des pratiques

L'observation des pratiques effectivement mises en place par les éleveurs relatifs aux pâturages a été faite pendant un an. Notre objectif était d'accéder aux décisions au cours de l'année et ainsi comprendre le fonctionnement (Gibon, 1981) du système de pâture et le choix des pratiques. L'importance d'observer ce que fait l'agriculteur consiste à repérer les éléments révélateurs des ses objectifs et de sa situation (Deffontaines et Petit, 1985) et cela permet d'obtenir une interprétation "transniveaux" temporelle et spatiale (Teissier, 1979).

Pour réaliser le suivi nous nous sommes appuyer sur des fiches de collecte d'informations (en annexe) qui concernaient : 1) la composition de lots d'animaux ; 2) les changements dans la constitution des lots (vente, achat, changement de lot) ; 3) La rotation des lots d'animaux (avec date d'entrée et de sortie) ; 4) Le contrôle des adventices (avec date des interventions, intrants et main d'œuvre) ; Les agriculteurs (ou leurs enfants alphabétisés) remplissaient les fiches, car parfois les pas de temps étaient très courts entre les pratiques (changements de parcs tous les 7 jours, par exemple). Nous faisons des passages tous les 40 jours (Figure), pour recueillir les informations, vérifier les notes et surtout demander aux éleveurs les raisons de mise en place des pratiques. Les données ainsi recueillies ont permis l'élaboration de calendriers de pâture et des traitements statistiques.

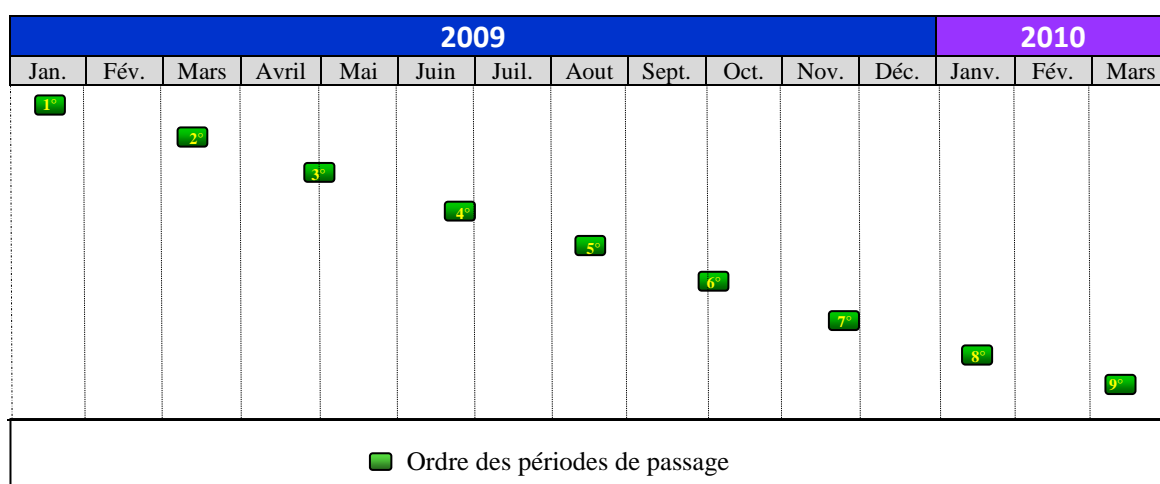


Figure 16 : Calendrier des visites pour le suivi des pratiques

Les suivis ne constituaient pas de simples passages pour recueillir des informations. A chaque passage nous prenions le temps de rester chez les éleveurs pour quelques jours (au moins 48

heures chez chacun à chaque passage) et ainsi accompagner la réalisation des ces pratiques, d'aller sur le terrain avec eux, de les voir faire et d'en discuter. Chez les anthropologues ces démarches sont courantes et bien formalisées, c'est ce qu'ils appellent des **observations participantes** : *"l'insertion prolongée de l'enquêteur dans le milieu de vie des enquêtés"* (De Sardan, 2003). Selon De Sardan (2003) *"l'anthropologue se frotte en chair et en os à la réalité qu'il entend étudier ; il peut ainsi l'observer, sinon "de l'intérieur" au sens strict, du moins au plus près de ceux qui la vivent, et en interaction"*. C'est aussi dans ce sens que nous avons conduit le suivi, car cela nous a permis de nous immerger de telle façon dans la réalité des agriculteurs (en partageant leurs difficultés, leurs atouts, leurs organisations) qu'il a été plus facile de comprendre leurs points de vue et leurs raisons de mise en oeuvre de certaines pratiques. Nous n'avons pas fait un traitement systématique des informations et connaissance acquise avec cette approche du suivi, mais selon De Sardan (2003) elles n'en jouent pas moins un rôle, qui est de l'ordre de *"l'imprégnation"*.

2.4.6 Évaluation de la végétation: mise au point méthodologiques

Nous avons utilisé deux approches pour analyser la végétation des pâturages : une à dire d'acteurs et l'autre par observation directe. Les acteurs avaient leurs propres critères pour évaluer les pâturages, mais au début de l'étude ils ne nous étaient pas accessibles. À ce moment nous leur avons demandé de faire une évaluation de l'état de leurs pâturages basée sur notre critère, concernant la proportion d'adventices. En plus, selon les recherches menées auparavant ces critères étaient aussi importants pour eux (LAET, 2001 ; Nogueira, 2006).

Il s'agissait toujours, quelle que soit l'approche, de pondérer l'importance entre l'ensemble des adventices par rapport à l'ensemble des espèces de graminées semées dans la composition du tapis végétal. Ce n'était donc pas le recouvrement d'une espèce qui nous intéressaient, mais d'un groupe d'espèce, puisque nous caractérisons l'état des prairies par rapport à leurs dégradations définies par Daget et Poissonet (1972). Nous rappelons que pour ces auteurs la dégradation d'une prairie semée se définit par la proportion des recouvrements des espèces adventices en relation avec le recouvrement de toutes espèces (adventices et semés). Bien entendu, dans les pâturages il y a des espèces que nous classons comme adventices (puisqu'elles non pas été semés), mais qui ont des intérêts, comme pour l'alimentation des animaux et pour les sols (les légumineuses par exemple) ou directement pour les hommes (comme des plantes médicinales). Mitja *et al.* (2008) ont classé ce type de plante qui croît spontanément comme des plantes

outils et ils les ont identifiés dans les pâturages de notre région d'étude. Malgré tout, nous n'avons pas disposé de ce groupe de plantes dans notre étude, car les éleveurs les considèrent toutes comme des envahissantes des pâturages, tant qu'au moment des luttas ils les retirent toutes (Mitja *et al.*, 2008), même les légumineuses.

Notre propos général, concernant les deux approches, était d'identifier en quelle mesure des différents états de pâturage pouvaient déclencher des séquences de pratiques particulières. Nous avons mis en place deux démarches, car nous avons estimé important de construire finement notre propre point de vue, ensuite nous avons voulu comparer les deux points de vue sur l'état des pâturages. En outre, notre perception sur l'état des pâturages nous a apporté des connaissances qui nous ont permis d'être en mesure de mieux interagir avec les éleveurs et de mieux comprendre la mise en œuvre de ces pratiques. Comme agronome, notre manière d'évaluer l'état des pâturages a été fondée sur une démarche avec des règles précises, généralisables et pouvant être employé de façon systématique. Cela permet de faire des comparaisons entre les différentes situations observées, mais aussi avec les données de la bibliographie. Mais cela ne veut pas dire que notre perception soit plus précise que celle des agriculteurs. Ce n'est pas ce type de comparaison que nous cherchions, nous avons, au contraire, voulu considérer les différents points de vue. Finalement, c'est la perception que l'agriculteur a de son pâturage qui va déterminer ses pratiques.

2.4.6.1 Évaluation de la végétation à dire d'éleveurs

L'évaluation des pâturages par les éleveurs a été faite en réponse au questionnaire, sur des questions fermées, concernant l'échantillon global des exploitations des deux localités. Les questions portaient d'abord sur une appréciation globale de l'état des pâturages, concernant l'ensemble des parcs d'une exploitation. Ensuite nous demandions aux éleveurs d'évaluer l'état de chacun de leurs parcs. Le critère de référence était le recouvrement par les adventices, à partir duquel nous avons établi une appréciation qualitative en quatre classes. Le questionnaire proposait aux éleveurs un choix de réponses qui permettait de classer chacun de leurs parcs et l'ensemble des pâturages de leurs exploitations. Les options de réponse au questionnaire sur l'état des pâturages étaient : a) pas envahi ; b) peu envahi ; c) moyennement envahi ; d) très envahi. Ce classement s'est inspiré de celui proposé par Daget et Poissonet (1972), en regroupant deux classes établies par ces auteurs (voir chapitre 1). Ainsi, pour nous,

fortement envahi et très fortement envahi s'est transformé en très envahi, car lors de la réalisation des premières enquêtes, nous nous sommes rendus compte que les éleveurs ne faisaient pas la distinction entre ces deux niveaux.

Le traitement de donné a consisté d'abord d'obtenir une note globale de l'envahissement par les adventices pour l'ensemble de l'exploitation, calculée à partir de l'évaluation par parc, proportionnellement à leur taille (encadré 3). Ainsi, nous avons une évaluation globale, estimée à partir des évaluations par parc et une autre établie par une approche globale des pâturages de l'exploitation, toutes deux à dire d'éleveur. Nous avons voulu avoir l'évaluation des éleveurs à ces deux niveaux pour pouvoir les comparer (tableau 3) et avoir une plus grande finesse de leurs perceptions sur l'état des pâturages. Nous avons testé l'association de ces deux approches par le test du Chi-deux qui a démontré qu'il n'y a pas de différence significative ($p > 0,001$) entre elles. Seuls 5 exploitations sur 65 ne sont pas classées de façon identique par les deux méthodes, l'évaluation parc par parc étant alors toujours plus sévère que celle réalisée globalement. Nous pouvons donc adopter l'une ou l'autre évaluation pour mettre en relation l'envahissement perçu par les éleveurs avec les différents facteurs étudiés.

Encadré 3 : procédure pour calculer une évaluation globale de l'envahissement d'une exploitation à partir de l'appréciation qualitative par l'éleveur de l'envahissement de chacun des parcs

Comme les appréciations par les éleveurs à l'échelle des parcs sont qualitatives (note en quatre classes), nous avons dû les transformer en données quantitatives pour pouvoir faire des calculs de moyennes pondérées à l'échelle de l'exploitation. Pour cette transformation, nous avons adopté le niveau moyen de chacune des classes d'envahissement comme proportion quantitative d'adventices. Ainsi pour chacune des classes nous avons admis les recouvrements suivants :

Propre	6%;
peu envahi	18,5%;
moyennement envahi	37,5%;
très envahi	75%.

Ensuite, nous avons calculé la moyenne de l'envahissement, pondérée par la surface de chacun des parcs :

$$EG = (S_{\text{parc1}} \times \%E_{\text{parc 1}} + S_{\text{parc 2}} \times \%E_{\text{parc 2}} + S_{\text{parc n}} \times \%E_{\text{parc n}}) / ST$$

EG = Envahissement global de l'exploitation

S parc = Superficie de un parc de l'exploitation (1, 2...n)

%E parc = % Envahissement de un parc de l'exploitation (1, 2...n)

ST = Superficie Total de l'exploitation

A partir de la valeur calculée de EG (envahissement global de l'exploitation), nous avons affecté l'exploitation à l'une des quatre classe d'envahissement.

Tableau 3: Comparaison des évaluations, à dire d'éleveur, de l'envahissement des pâturages par les adventices évaluation globale ou évaluation par parc (65 exploitations, 271 parcs de deux localités)

Évaluation par parc	Évaluation globale				Total
	Propre	Peu envahi	Moyennement envahi	Très envahi	
Propre	4	0	0	0	4
Peu envahi	0	18	0	0	18
Moyennement envahi	0	4	15	0	19
Très envahi	0	0	1	23	24
Total	4	22	16	23	65

Nous avons adopté l'évaluation par parc pour traiter nos données. Nous avons testé les possibles liens entre la répartition des parcs dans les classes d'envahissements avec plusieurs autres groupes de données disponibles (relatives aux pratiques et aux trajectoires des systèmes de production), à travers des tableaux de contingence. Nous avons donné suite aux traitements en appliquant le teste du Chi deux pour estimé da force des relations entre les variables.

2.4.6.2 Évaluation de la végétation par observation directe

L'approche de l'évaluation de la végétation par observation concernait d'autres critères en plus de la proportion du recouvrement par adventices. Étant donné que notre objectif était de construire notre propre point de vue sur l'état des pâturages, basé sur des principes scientifiques, nous avons rajouté des critères qui sont considérés importants par la littérature pour évaluer l'état de dégradation des pâturages. En terme de recouvrement, en plus des

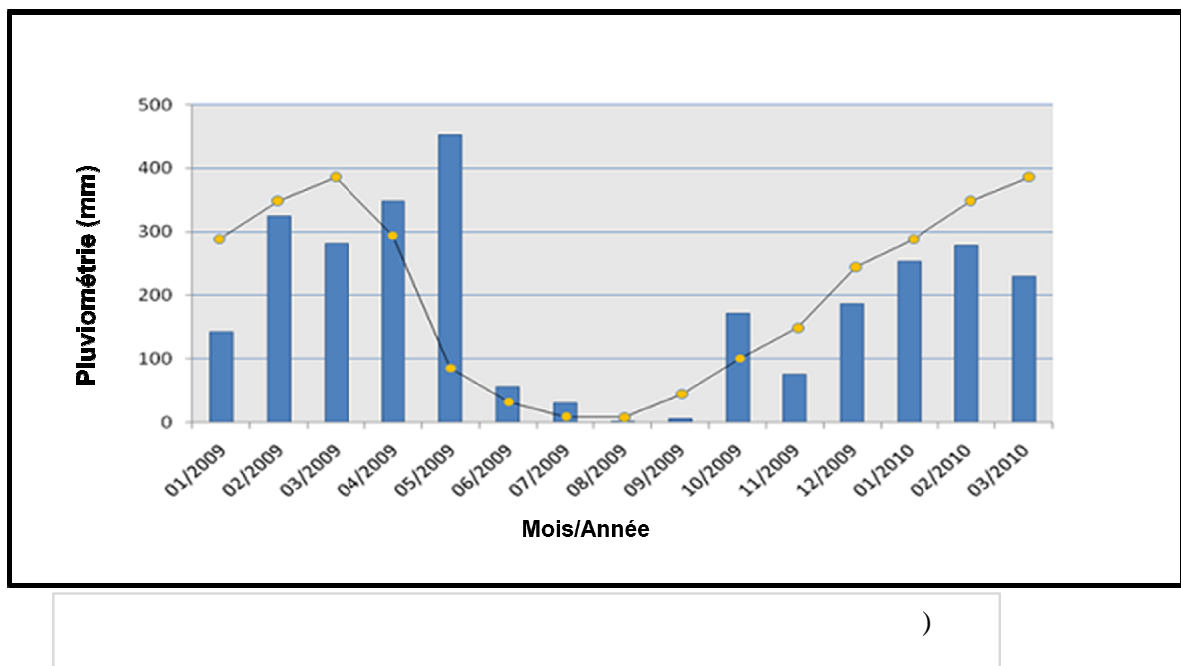
adventices nous avons observé aussi la proportion de sols nus et par la différence du total, nous avons déduite la proportion des graminées cultivées. Nos critères concernaient aussi la hauteur des graminées et la production fourragère (en poids sec par hectare). Nos observations sur la végétation ont été faites au niveau de la parcelle (sur des stations écologiques représentatives de la parcelle étudiée) pour pouvoir être reliées à l'unité fondamentale de mise en oeuvre des pratiques. En effet notre objectif final concernant la végétation était d'étudier leurs relations avec les pratiques, pour cela il était nécessaire de se rapporter à la même unité spatiale. Dans nos cas d'étude, il n'y avait pas de différence de pratique au sein d'une parcelle. L'homogénéité des pratiques mises en oeuvre intraparcelles concernait des situations comme : l'absence de semis de différentes espèces par zone ; l'absence complète de fertilisation, donc il n'y avait pas de fertilisation par secteur. Alors, dans nos cas, l'étude d'unités plus fines que les parcelles, comme les stations (au sens écologique pour les observations), n'était pas indispensable.

D'après la littérature, en général, on peut distinguer deux grands critères pour évaluer les pâturages : un concernant la biomasse, normalement mesurée par des pesées; l'autre concernant le recouvrement, mesuré par la fréquence des espèces (ou de groupe d'espèces, exprimé en pourcentage). Pour les agronomes qui étudient les pâturages, la productivité en termes de biomasse fourragère est le caractère le plus souvent considéré. Quand les questions concernent l'écologie, l'analyse du recouvrement est fondamentale pour étudier les relations des espèces entre elles et avec le milieu. Pour chacun de ces critères d'évaluation de la végétation, il y a été mis aux points plusieurs méthodes, dont la pertinence dépend surtout du niveau de précision envisagé et du temps disponible (Daget et Poissonet, 1991 ; Bråkenhielm, S. et Qinghong, 1995; Daget et Goldron, 1995).

Nous avons adopté les principes de la méthode d'estimation visuelle du pourcentage de recouvrement (*visual estimation of percentage cover*) (Goldsmith et Harrison, 1976 ; Karlsson, 1998). Cette méthode est très répandue dans les études de gestion des pâturages, sa pertinence est reconnue pour les grandes surfaces (Goldsmith and Harrison, 1976; Carlsson *et al.*, 2005). Ainsi, elle s'adaptait à la particularité de nos parcelles qui étaient bien grandes (fréquemment d'environ 15 ha, pouvant aller jusqu'à 38 ha) et qui pouvaient être très hétérogènes. Le niveau de précision de cette méthode était lui aussi adapté à nos objectifs. Des études conduites pour évaluer les niveaux de précision de l'estimation visuelle du recouvrement par rapport à d'autres méthodes, considérées comme plus objectives, n'ont pas mis en évidence de différences importantes (Carlsson *et al.*, 2005; Murphy et Lodge, 2002).

Murphy et Lodge (2002) ont montré une différence non significative entre l'estimation visuelle et trois autres méthodes : les analyses d'images numériques, les zones cartographiées et les points quadrats. Carlsson *et al.* (2005) a trouvé une différence plus importante, mais selon eux acceptable pour des études qui n'ont pas besoin d'un niveau de précision très fin. La méthode d'évaluation visuelle était encore plus pertinente, car elle se rapproche de la manière d'évaluer les pâturages par les éleveurs.

Les campagnes de terrain ont été réalisées à deux périodes avec un intervalle d'un an, pour pouvoir analyser les changements de recouvrement au long du suivi. Les collectes de données ont été menées en mars 2009 et mars 2010, soit en pleine période des pluies (figure 17). Ainsi, le cortège des espèces a eu le temps d'exprimer toute sa biodiversité ce qui correspond à un moment opportun pour évaluer les recouvrements (Daget et Godron, 1995 ; Huguenin, 2008).



Source : Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, 2010.

Figure 17: Pluviométrie mensuelle (entre janvier 2009 et mars 2010) et normale des pluies (1961 à 1990) à Marabá.

L'évaluation de la végétation a été faite sur chaque parc des 7 exploitations suivies, ce qui correspondait à 43 parcs au début du suivi, et 41 parcs à la fin (deux parcs faisaient l'objet d'une restauration et reprise du couvert). Les recouvrements ont été évalués le long d'un

transect avec 50 points d'observation équidistants; les autres paramètres ont été prélevés en 10 points. Le transect coupait diagonalement les parcs, de manière à considérer la diversité de la végétation et couvrir l'ensemble de la toposéquence, comme le propose Blanfort (1996).

Nous avons traité l'ensemble des données de recouvrement d'un parc pour avoir une évaluation synthétique du recouvrement par parc. Ensuite, nous avons classé l'état des parcs selon les mêmes classes qui ont été proposées aux éleveurs lors de l'enquête. Le classement de l'état de dégradation des pâturages, fondé sur la proportion de recouvrement des adventices, a été établi suivant les intervalles proposés par Daget et Poissonet (1972), mais nous avons fusionné les deux dernières classes proposées par ces auteurs par analogie à l'évaluation des éleveurs (tableau). Nos classes n'ont pas été nommées par rapport à la dégradation, mais par rapport à l'envahissement, pour adopter une nomenclature plus proche à celle des éleveurs et éviter les malentendus que le terme dégradation pouvait induire (cf chapitre 1 § 1.2.1.1).

Tableau 4 : Comparaison du classement proposé par Daget et Poissonet (1972) et celui adopté dans la thèse.

Classement de Daget et Poissonet (1972)		Classement adopté dans la thèse	
Classes	Proportion d'adventices (%)	Classes	Proportion d'adventices (%)
Pas dégradés	< 0,12	Propre	< 0,12
Peu dégradé	0,12 -0,25	Peu envahi	0,12 -0,25
Moyennement dégradé	0,25 -0,50	Moyennement envahi	0,25 -0,50
Fortement dégradés	0,50 -0,75	Très envahi	> 0,50
Très fortement Dégradés	> 0,75		

2.4.6.3. Comparaison des évaluations éleveurs / scientifique

La comparaison entre l'évaluation à dire d'éleveurs et celle fondée sur nos relevés a été faite sur les 7 exploitations suivies et leurs 43 parcs. La comparaison a aussi été faite seulement sur l'évaluation des pâturages en 2009, car c'était à cette période seulement que nous avons pu questionner formellement et systématiquement tous les éleveurs. Nous n'avons pas voulu

répéter le questionnaire en fin du suivi, comme on aurait pu le faire pour vérifier les évolutions et pouvoir comparer avec nos observations sur la végétation (qui ont été faites en 2009 et 2010). Cette répétition n'était pas nécessaire, car la comparaison sur une date, couplée avec les discussions constantes sur les décisions des pratiques prises selon l'état des pâturages, nous a permis de cibler l'appréciation des éleveurs au niveau de précision dont nous avons besoin. En plus, répéter un questionnaire avec des éleveurs auprès desquels on a fait des suivis et on a eu des entretiens au cours d'une année, nous paraissait trop rébarbatif pour eux.

L'analyse des données (tableau 4) a montré qu'il n'y a pas de différence entre les deux appréciations. Le test du Khi-deux a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre l'évaluation de l'éleveur et celle de l'expert ($p > 0,001$). Seuls 6 parcs sur 43 sont classés différemment, la classe « moyennement envahi » présentant le plus de discordance. Si les situations extrêmes ne posent guère de problème, cette situation intermédiaire est plus délicate. Ainsi, ces évaluations se valident mutuellement et nous montrons qu'il y a un niveau de précision comparable entre elles.

Tableau 5: envahissement des parcs par les adventices en mars 2009: comparaison de l'évaluation par observation directe de la végétation et de l'évaluation par l'éleveur (43 parcs chez 7 éleveurs).

évaluation par observation directe	Évaluation à dire d'éleveur				Total
	Propre	Peu envahi	Moyennement envahi	Très envahi	
Propre	17	0	0	0	17
Peu envahi	0	9	2	0	11
Moyennement envahi	0	0	2	2	4
Très envahi	0	0	2	9	11
Total	17	9	6	11	43

Cette analyse sur un petit échantillon de 7 éleveurs montre que ceux-ci ont à peu près la même perception de l'envahissement des parcs et que celle-ci est très proche du classement réalisé à partir d'observation objective sur la végétation. Cela montre aussi qu'ils connaissent bien la végétation de leurs parcs. Les données d'appréciation de l'envahissement à dire d'éleveurs dans les enquêtes de l'échantillon large de 65 exploitations peuvent donc être jugées

comparables entre elles et être utilisées pour tester l'existence d'associations entre des types de systèmes ou des types de trajectoires et l'état de la végétation sur les pâturages. L'interprétation de ces données auraient été plus compliquée si les éleveurs avaient eu des perceptions très différentes entre eux.

2.4.6.4. Deux approches de l'évaluation de la dégradation d'un ensemble de parcs.

Nous avons adopté deux approches pour évaluer l'état de dégradation de la végétation d'un ensemble de parc. La première approche repose sur le calcul de la moyenne des taux de recouvrement des adventices, pondérée par la superficie des parcs. La seconde approche considère la distribution des parcs dans les 4 classes d'envahissement. Dans la première approche, la dimension des parcs va leur donner plus ou moins d'importance dans l'évaluation globale de la dégradation de l'ensemble de parcs (par exemple ceux d'une exploitation). Mais au cours de la réalisation du suivi de terrain, nous nous sommes rendu compte que d'autres caractéristiques d'un parc pouvaient être importantes pour les décisions de l'éleveur. Ainsi, des parcs de petite dimension pouvaient leur demander beaucoup d'attention et se révéler en conséquence comme une référence, avec peu d'envahissement par les adventices. La proportion de parcs peu envahis (quelle que soit finalement leur dimension), nous a donc semblé un critère pertinent à prendre en compte.

Nous avons utilisé la première approche de l'envahissement pondérée par la superficie des parcs pour mettre en relation l'état global des pâturages d'un établissement avec leurs trajectoires. L'approche des parcs comme unité absolue a été utilisé sur les données des 43 parcs suivis. C'était à ce niveau de relevé qu'ont disposait de données plus fines concernant les parcs, comme celle de leur fonction, les projets des éleveurs les concernant et la conduite effectivement mise en place. Ainsi nous avons pu vérifier les relations entre l'évaluation unitaire des parcs par observation directe et leurs caractéristiques fines, relevés pendant le suivi.

CHAPITRE 3

ANALYSE DES CHANGEMENTS DE PRATIQUES

Ce chapitre correspond à un article qui a été soumis et accepté par la revue " Cadernos de Ciência e Tecnologia ", de l'institut brésilien de recherche agronomique (EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

3.1 – Article soumis

ANALYSE DES CHANGEMENTS DE PRATIQUES D'ÉLEVAGE BOVIN DANS LE FRONT PIONNIER DU SUD-EST DU PARÁ

Livia Navegantes-Alves¹, René Pocard-Chapuis², Laura Angélica Ferreira³, Charles-Henri Moulin⁴

¹ Doctorante Montpellier SUPAGRO/CIRAD enseignante à UFPA (Campus de Marabá/NCADR/LASAT). Folha 17 quadra e lotes especiais, Campus II da UFPA – CEP: 68.507-590, Marabá-PA, lnavegantes@ufpa.br

² Dr. en géographie, chercheur du CIRAD, partenariat Embrapa – Cirad. Tv Eneas Pinheiro s/n, CEP 66.095-100, Belém- PA, pocard@cirad.fr e rene@cpatu.embrapa.br – Membre du comité de thèse.

³ Dr. en système d'élevage, professeur du Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural (NCADR) de l'UFPA. Rua Augusto Corrêa, s/n – Guamá, CEP 66075-110, Belém, PA, Brasil, laurange@ufpa.br – Membre du comité de thèse.

⁴ Dr. - HDR en système d'élevage, professeur Montpellier SUPAGRO, UMR Élevage des Ruminants en Régions Chaudes. 2, place Pierre Viala, 34070, Montpellier, moulinch@supagro.inra.fr – Directeur de thèse

3.1.1 – RÉSUMÉ

Les pratiques des agriculteurs changent souvent, surtout dans un contexte de transformations profondes, comme c'est le cas dans les fronts pionniers. Nous avons analysé un ensemble de

méthodes pour pouvoir comprendre le processus de transformation des pratiques agricoles. Dans le cadre d'une perspective historique à long terme, nous sommes partis d'une analyse de la région pour pouvoir atteindre l'échelle des systèmes de productions. Nous avons illustré ces méthodes avec une étude de l'évolution des pratiques d'élevage bovin face à la stabilisation du front pionnier du Sud-est du Pará. Nous avons montré que l'élevage s'est intensifié tout en cherchant une meilleure durabilité écologique, grâce à l'adaptation et à l'incorporation de technologies. L'originalité de l'étude provient du cadre méthodologique utilisé. En effet, il associe une nouvelle méthode d'analyse rétrospective des changements à une typologie de trajectoires et à des entretiens historiques. Cette méthode rétrospective nous a permis de réaliser une analyse d'ensemble des transformations des exploitations et de leur environnement extérieur. Les entretiens historiques et la typologie nous ont permis de mettre l'accent sur l'importance pour la région des événements historiques et sur la diversité des trajectoires des exploitations. Finalement, nous avons insisté sur l'importance de prendre en compte les changements en tant qu'un processus au sein duquel le point de départ et la situation actuelle sont aussi importants que la constance du mouvement.

Mots-clés : Amazonie, dynamique agricole, élevage, systèmes de productions, trajectoires.

ANALYSIS OF THE CHANGES OCCURRED IN THE CATTLE PRODUCTION IN AGRICULTURAL FRONTIER AREAS IN SOUTHEAST PARA STATE

ABSTRACT

The farmer's practices are usually exposed to change, especially in a context of intensive transformation as the agricultural frontier. Here are analyzed a number of methods having for objective the understanding of the transformation on farmer's practices. We started from a regional analysis and conclude with an approach to farming system using a long-term historical perspective. The use of these methods are explained through a study on the livestock practice coming due to the stabilization of the agrarian frontier on Southeast Para State. It is explained that there is a trend related to growth and to ecological sustainability on livestock through technological adaptation and incorporation. This study is original because of the methodological structure employed who linked the use of retrospective of changes analysis and the use of typology of trajectories and historical interviews. The retrospective

method is responsible for link the analysis of the establishment transformation and the external environment evolution. The historical interviews and the typology clarify respectively the importance of the historical regional events and the diversity of the establishment background. Finally is pointed the importance of the understanding of the changes as a process, where the beginning and the actual situation are not the only relevant items, but the perception of constant change.

Key-words: Amazon, dynamic agrarian, livestock, farming systems, trajectories.

3.1.2 - INTRODUCTION

L'élevage de bovins est actuellement la principale activité agricole du Sud-est du Pará, surtout en ce qui concerne le commerce et l'utilisation de la terre. L'influence de cette activité sur la dynamique agraire tire son origine du projet de colonisation de la région qui a fortement été stimulé par des aides fiscales destinées à de grands projets d'élevages de bêtes à viande (HÉBETTE, 2004). Pour l'agriculture familiale, l'élevage bovin est également devenu important, malgré un manque de soutiens publics, ou plus sûrement à cause de leur absence, et principalement du fait d'une instabilité foncière et d'un manque d'infrastructures.

Ce modèle de développement régional est très critiqué. Les préoccupations environnementales croissantes renforcent cette critique de l'élevage bovin extensif en Amazonie. De façon plus générale, l'élevage bovin est considéré dans le monde entier comme l'une des principales activités agricoles émettrices de gaz à effet de serre (FAO, 2006). Techniquement, la façon dont les pâturages remplacent les forêts et la façon dont leur implantation et leur gestion sont faites, cause de graves problèmes de viabilité productive. D'autre part, au Brésil, l'élevage extensif est marqué par la concentration des terres, différemment à d'autres pays où il touche des populations et des zones marginales pour l'agriculture, comme dans le cas des élevages de montagne.

La plupart de ces problèmes sont liés à des pratiques de gestion d'élevages extensifs, ce qui implique l'utilisation d'une technologie et d'une faible adaptation aux conditions physiques de l'espace géographique. L'évolution et la stabilisation du front pionnier ont amené des

changements dans ces pratiques. En effet, les agriculteurs subissent de plus en plus de pressions pour qu'ils revoient et modifient leurs méthodes, comme, par exemple, dans le cas de la diminution et l'élimination des brûlis. Le changement des pratiques agricoles est un point important de réorientation du développement agricole vers une production plus durable. L'étude de ces changements peut aider aussi bien le conseil technique que l'élaboration des politiques publiques, qui veillent à l'organisation collective. Dans cet article, nous nous sommes demandé comment détecter les changements de pratiques et leurs principales incitations. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur une analyse de la dynamique agraire dans la région et sur la diversité des systèmes de production, tout en mettant toujours l'accent sur l'activité de l'élevage. Ensuite, pour pouvoir analyser les transformations ayant eu lieu, nous avons réalisé une description de l'évolution des changements. Enfin, nous avons évalué la méthodologie de la recherche.

Notre objectif est d'analyser la transformation des systèmes de production des élevages et les changements des pratiques d'élevage bovin, et les facteurs qui ont conditionné ces changements.

3.1.3 PROCÉDURES MÉTHODOLOGIQUES

Ce travail fait partie des études doctorales du premier auteur, sous la direction et le soutien des autres auteurs. Il a pu être développé grâce à une bourse de doctorat à l'étranger de la CAPES (Coordination pour le perfectionnement du personnel de l'enseignement supérieur). Cette recherche a été réalisée dans le cadre de projets: CNPq¹, AMAZ² et FAPESPA³.

1 Projet financé par le CNPq (Conseil national de développement scientifique et technologique). Titre : «Promouvoir l'innovation pour renforcer l'agriculture familiale dans les colonies rurales du Sud-est du Pará.

2 Projet AMAZ: Services écosystémiques des paysages agrosylvopastoraux amazoniens : Analyse des déterminants socio-économiques et simulation de scénarios. Financé par l'Agence nationale de recherche (ANR) – France.

3 Projet financé par la FAPESP (Fondation de soutien à la recherche de l'État du Pará). Titre : «Systèmes sylvo-pastoraux et agrosylvopastoraux en tant qu'alternative à un développement durable de l'élevage au sein de l'agriculture familiale dans la région de Marabá -. PA ».

Cette méthode implique différentes échelles, aussi bien spatiales que temporelles. L'échelle de temps commence à partir du moment où les familles se sont installées, il y a donc des nuances quant à la date d'arrivée et l'ancienneté de chacune d'entre elles. La période de l'étude débute dans les années 80, époque de la colonisation de la zone où la recherche a été effectuée, et va jusqu'au début de l'année 2009, quand nous avons collecté des données.

En ce qui concerne les espaces, nous avons travaillé sur une échelle qui recouvre la dynamique agraire régionale, la commune et le niveau des systèmes de production, plus particulièrement d'élevages bovins. Notre zone d'étude comprend le territoire du Sud-est du Pará, plus précisément la colonie de Belo Horizonte à São Domingos do Araguaia, qui se trouve à 30 Km de la mairie de cette municipalité et à 90 Km de la ville la plus importante de la région, Marabá, et à 570 de la capitale de l'État.

Ce territoire a été choisi, car il intègre une région de front pionnier ancienne et relativement stable, ce qui nous a permis de faire une analyse plus complète. Belo Horizonte a été choisie pour cette étude pour les raisons suivantes: 1) Parce qu'il s'agit d'une ancienne occupation (vers 1984), dont la dynamique des systèmes de production résume pleinement les effets de la colonisation sur la région. 2) Parce que, depuis 15 ans, la région est étudiée par un groupe de professeurs et d'étudiants de l'UFPA, au sein du laboratoire d'agronomie sociale du Tocantins (LASAT), auquel l'auteur principal appartient.

Nous avons tout d'abord réalisé une analyse de la dynamique agraire de la région en nous appuyant sur une série d'études plus anciennes et l'expérience professionnelle des chercheurs connaissant la région et impliqués dans ce travail. Notre objectif était d'identifier les éléments -écologiques, techniques et sociaux - qui ont conditionné l'évolution de la région.

Dans la même optique, quatre entretiens ont été réalisés avec des personnes-clés (deux anciens habitants du peuplement agricole et deux leaders régionaux) à partir d'un script de questions ouvertes. L'objectif de ces entretiens était d'identifier les événements importants et leurs effets sur la dynamique de la région et des peuplements agricoles, en particulier sur l'évolution des systèmes de production. Ainsi, nous avons pu avoir une vision plus complète des événements, identifier les particularités des peuplements agricoles et leurs similitudes par rapport à la dynamique régionale, et comprendre les impacts des facteurs externes.

Une étude de la localité a été réalisée à partir de 32 questionnaires, impliquant plus de 80% des familles qui habitaient le peuplement agricole en 2008. En plus de cette référence aux

entretiens historiques, nous avons effectué une analyse du paysage, conformément à ce qui a été proposé par Deffontaines et Petit (1985), et nous avons eu recours à des conversations informelles. Le questionnaire a abordé des thèmes généraux sur la famille et l'exploitation, et sur la structure et le fonctionnement des systèmes de production. Nous avons ainsi pu obtenir un ensemble de données, par exemple sur les revenus, la main-d'œuvre, l'utilisation des terres et les produits obtenus.

D'après les relevés réalisés sur la commune et surtout d'après les questionnaires, nous avons établi une typologie des systèmes de production qui nous a permis de visualiser leur diversité (CAPILLON, 1993). L'utilisation de la méthode typologique présentée par Capillon nous a également permis d'identifier et de comparer les trajectoires de l'évolution des systèmes de production au sein d'une localité, et de définir une tendance générale d'évolution.

Les variables utilisées pour définir la typologie ont été : les formes d'utilisation de la terre, les sources de revenus et la trajectoire. La trajectoire a intégré la typologie parce qu'elle s'est montrée importante pour l'étude des changements au long du temps et parce qu'il s'agit d'un élément de différenciation des systèmes de production. Pour la construire, nous avons confronté les données qualitatives d'études de terrain réalisées sur deux périodes, en 2003 et à la fin de 2008. En 2003, elle a été réalisée dans le cadre du projet LASAT-NEAF-UFGA/CNPq⁴ intitulé : Consolidation de l'agriculture familiale sur la frontière agricole. Pour cela, nous avons adapté la méthodologie proposée par Capillon, qui met en place les trajectoires à partir d'un questionnaire unique comprenant des informations sur l'évolution des systèmes de production.

Dans le cadre de cette typologie, nous avons sélectionné six établissements dont le processus d'évolution des systèmes de production et les transformations des pratiques d'élevage bovin ont été étudiés plus en détail lors de la phase suivante.

L'étude précise du processus de changement concernant l'organisation des systèmes de production, surtout par rapport à ses liens avec les événements historiques du milieu a été réalisée à partir de la méthodologie de l'essai de Moulin et al. (2004), formalisée par Moulin et al. (2008). Cette méthode nous a permis d'analyser les changements d'activités des

4 NEAF: Centre d'études intégrées sur l'agriculture familiale.

UFGA, Université Fédérale du Pará.

systèmes de production, et plus précisément des systèmes de production à moyen et à long terme.

Cette étude des changements de systèmes de production s'est appuyée sur un entretien rétrospectif, c'est-à-dire tourné vers le passé. Nous avons ainsi voulu établir les faits historiques ayant eu lieu au sein de l'exploitation, en les mettant en rapport avec l'environnement extérieur. Ces faits seront regroupés et présentés chronologiquement, ce qui va nous permettre de présenter une chronique de l'établissement.

Au moment de l'entretien rétrospectif des systèmes de production nous disposions déjà des faits pertinents ayant eu lieu au cours du temps au niveau régional, qui avaient été préalablement recueillis dans le cadre des entretiens historiques, ou selon le cas, sur la base d'études préalablement réalisées sur la dynamique de la région agricole. Ces faits régionaux ont été le fil conducteur de l'entretien rétrospectif. Leur importance a également été vérifiée dans le cadre des systèmes de production et par rapport à leurs impacts en termes de changements.

Avant l'entretien, nous avons aussi travaillé sur l'hypothèse d'une série de facteurs-clés permettant d'expliquer l'évolution des systèmes de production. Ces facteurs peuvent être inhérents à la famille ou au système de production, par exemple la disponibilité de main-d'œuvre, la vente de lait et la taille du troupeau. Une liste de questions semi-structurées nous a permis de mettre l'accent sur l'évolution de ces facteurs, toujours par rapport aux faits historiques, pour pouvoir confirmer l'hypothèse de leur importance ou vérifier l'importance d'autres éléments internes ou externes ayant motivé un changement du système de production.

En cas de manque d'informations préalables suffisantes pour l'établissement d'une liste des facteurs probables de changements, il fallait impérativement essayer d'identifier ces facteurs pendant l'entretien, pour pouvoir mettre en place une série de questions relatives aux aspects du système de production ayant évolué. Cette grille de facteurs sera par la suite la base d'analyse des données.

La systématisation des données a été réalisée dans le but de construire une représentation synthétique de la chronique de l'établissement (FIG. 2 et 3), conformément à ce qui a été préconisé par Moulin et al. (2008). Il s'agit d'une décomposition des chroniques des exploitations au sein d'un ensemble de phases successives, qui permettent d'exprimer la

cohérence de l'activité à un moment déterminé et d'identifier les changements et les stratégies à long terme de l'agriculteur.

Précisions sur les entretiens rétrospectifs

Étant donné que l'analyse rétrospective proposée par Moulin et al. (2008) constitue une nouvelle méthode, nous considérons qu'il nous faut fournir plus de précisions quant à la conduite de la collecte des informations par le biais de ces entretiens.

L'objectif des entretiens est d'amener les agriculteurs à raconter comment ils sont arrivés dans la localité et aussi comment ils ont défini les options qui sont actuellement utilisées sur l'exploitation en termes d'utilisation de la terre et de pratiques (dans notre cas d'élevage bovin). Par conséquent, il est important d'établir un scénario d'entretien, qui doit être subdivisé en deux parties : une première faisant référence à l'organisation actuelle de la propriété et une deuxième concernant les changements ayant eu lieu à long terme. Finalement, il est recommandé de visiter l'exploitation avec l'agriculteur. Ce contact favorise de nouvelles questions ou une discussion plus détaillée sur un aspect particulier.

La particularité de cette méthode vient d'une construction avec l'agriculteur d'une chronique de l'établissement. Pour la mise en place de cette construction conjointe, un seul entretien n'est pas suffisant. L'objectif de la première analyse est d'identifier des lacunes d'informations pour comprendre l'évolution historique de l'établissement. Ensuite, il faut reprendre l'entretien avec l'agriculteur pour compléter de possibles lacunes de perception, et valider les premières interprétations. Enfin, après avoir constitué une représentation de la chronique de l'établissement, il convient de la présenter, lorsque cela est possible, à l'agriculteur pour, en plus d'une restitution, en tirer des conclusions.

Dans cette étude, l'entretien rétrospectif a suivi les règles de la thèse, qui s'insère dans un cadre d'échanges constants avec les agriculteurs, qui ont été possibles grâce à une expérience au sein de la colonie de peuplement, lors de séjours périodiques (tous les 45 jours) pendant un an. Cette expérience d'un dialogue constant avec les agriculteurs nous a permis d'avoir une perception plus précise des phénomènes étudiés.

3.1.4 - DYNAMIQUE AGRAIRE RÉGIONALE : ÉVÉNEMENTS AYANT MOTIVÉ DES CHANGEMENTS

Les différentes stratégies de colonisation de chaque région de l'Amazonie ont eu différents impacts et ont marqué le développement local, en particulier sur les systèmes de production. Dans le Sud-est du Pará, la politique d'occupation régionale s'est intensifiée dans les années 1960 et au début des années 1970, l'élevage de bêtes à viande étant à la base de cette occupation. Cette politique a localement rencontré toute une série de facteurs favorables à l'expansion d'un système de production basé sur l'élevage bovin. Ceux-ci restent d'ailleurs marquants. Ainsi, les forêts primaires ont-elles été rapidement remplacées par les pâturages.

L'amélioration des infrastructures, principalement des routes, a permis d'écouler et de vendre du lait dans la région dès la fin des années 1990. Ces nouvelles possibilités ont attiré une quinzaine de laiteries dans le sud-est du Pará, parmi celles-ci, trois avaient des liens avec de grands groupes nationaux (NAVEGANTES ALVES *et al.*, 2006), ce qui a fortement développé la production de lait.

En même temps, toute une série de politiques publiques pour l'agriculture familiale a été mise en place, surtout dans le cadre du Programme national de colonisation et de réforme agraire, afin d'apporter plus de sécurité et de stabilité foncière à la région. Ainsi, les peuplements agricoles ont bénéficié d'accès facilités au crédit productif, à une assistance technique, à des subventions pour la construction de logements et l'amélioration de l'accès à l'école. Cette transformation de la réalité agraire a surtout eu lieu à partir du milieu des années 1990.

Le crédit productif a permis l'achat de bovins dont la génétique était meilleure pour la production de lait. De façon générale, ce crédit permettait l'achat de dix vaches laitières et d'un taureau. Cela a entraîné une augmentation significative du troupeau laitier dans différentes régions de la front pionnier brésilien (VEIGA *et al.*, 2001).

Récemment, surtout à partir de 2009, un mouvement politique cherche à interdire la déforestation et exige une restauration des réserves biologiques légales, suite à des pressions nationales et internationales pour la protection de l'environnement. Même si ce mouvement n'a que peu de réalisations concrètes, surtout face aux innombrables irrégularités, il est largement diffusé et a provoqué de grandes inquiétudes dans les zones rurales. De façon plus générale, ces inquiétudes ne se traduisent pas encore par des changements concrets quant aux pratiques agricoles, mais elles laissent entrevoir des changements importants.

Les agriculteurs de Belo Horizonte ont vécu tous ces événements dans le cadre de leurs particularités locales et individuelles. L'occupation de cette colonie agricole a commencé en 1985, lorsque les forêts primaires ont été remplacées par des pâturages, pour l'installation d'élevages mixtes, surtout destinés à l'élevage de veaux. Les routes ont été construites entre fin 1995 et 1997, et ont desservi environ 70% des exploitations. La collecte de lait des laiteries auprès des agriculteurs a commencé entre 1996 et 1997. Quelques agriculteurs (20% des exploitants interrogés) ont eu accès au crédit du Fonds constitutionnel de financement du nord (FNO). À partir de 2003, le crédit productif est devenu massif grâce au Programme national de renforcement de l'agriculture familiale –groupe A⁵ (PRONAF A) pour 65% des agriculteurs interrogés.

3.1.5 - DIVERSITÉ DES SYSTÈMES DE PRODUCTION AU SEIN DE LA COLONIE DE BELO HORIZONTE

Le processus de changement des systèmes de production est assez complexe et présente souvent différents aspects en fonction de ses structures, fonctionnements et trajectoires typologiques. À Belo Horizonte, comme dans toute la région, l'élevage bovin a un rôle central dans les systèmes de production, et la variation de son importance est un facteur de distinction des types identifiés dans ce travail, même si à un moment ou à un autre de leur histoire il est présent dans tous les cas.

L'autre facteur de différenciation des types vient des trajectoires qui ont suivi deux directions : une spécialisation dans l'élevage bovin ; et, une autre vers une diversification impliquant l'élevage bovin et des cultures pérennes, ou l'élevage bovin et celui de petits animaux. Certains systèmes avaient fortement évolué sur une trajectoire, d'autres non. Certains étaient en transition, malgré une forte tendance à une spécialisation dans l'élevage bovin ou à une diversification pérenne. Un autre type, apparemment le plus vulnérable, a montré une trajectoire incertaine avec une spécialisation dans l'élevage éphémère et un retour, sans dynamisme et sans perspective de succès aux cultures pérennes.

5 Le PRONAF est un programme de financement fédéral destiné aux exploitations familiales. Il est subdivisé en plusieurs groupes selon le type d'agriculteur ou de financement prévu. Le groupe A est destiné aux colons ou aux bénéficiaires du programme de crédit foncier.

Six types de systèmes de production ont été identifiés : 1) Spécialisés dans l'élevage bovin (31% des interrogés), subdivisés en deux sous-types: 1.1) Les exploitations familiales (24% des interrogés) et 1.2) les gros exploitants (7% des interrogés); 2) L'élevage bovin + des petits animaux (20% des interrogés) ; 3) L'élevage bovin + des cultures pérennes (7% des interrogés); 4) Vers des cultures pérennes (14% des interrogés); 6) L'instabilité de la trajectoire (10% des interrogés). Les principales variables sont présentées dans le tableau 6, qui permet une meilleure visualisation des données, sans caractéristiques des sous-types.

Tableau 6 : Caractéristiques des systèmes de production au sein de la colonie agricole de Belo Horizonte-PA, en 2008.

<i>Caractéristiques</i>	<i>Type 1</i>	<i>Type 2</i>	<i>Type 3</i>	<i>Type 4</i>	<i>Type 5</i>	<i>Type 6</i>
Temps sur la propriété (années)	16(7,0)	20(3,7)	20(1,4)	18 (3,0)	16 (5,4)	22 (1,5) 46(5,7)
Aire totale (ha)	88 (86,9)	45(14,8)	105(91,3)	57(14,0)	69(30,1)	22(19)
Troupeau (têtes)	102(130)	49(20)	73(42)	10(5)	38(29)	
Première source de revenus	Élevage	Élevage	Pérennes	Élevage	Élevage	SRA ¹
Deuxième source de revenus	-	P. animaux	Élevage	Pérennes	-	-
Rythme d'expansion des pâturages (ha/an)	4,04(3,9)	3,55(3,9)	1,37(2,4)	0,02(0,7)	2,65(3,3)	0,60(1,5)

Source: Étude de terrain XX =Moyenne (xx) = Écart type ¹Sans revenus agricoles

Comme nous l'avons vu ci-dessus, il existe d'importants facteurs de distinction et de rapprochement des types, en plus de l'évolution des trajectoires (types 1, 2 et 3). Ils vont dans les sens de ces trajectoires qui peuvent tendre vers une spécialisation dans l'activité d'élevage bovin (types 1 et 5) ou vers une diversification de la production par l'intermédiaire de cultures pérennes ou de petits animaux (types 2, 3 et 4). Le type 6 a une relation difficile avec

les autres types, parce qu'il n'a pas de trajectoire définie et qu'il se méfie de ce type de systèmes de production.

L'importance de l'élevage bovin dans les systèmes de production est caractérisée par sa contribution à la définition des revenus financiers des familles. Les résultats montrent que seul le type 3 n'a pas l'élevage bovin pour principale source de revenus (tableau 6). La deuxième source de revenus a montré une plus grande diversité des origines et l'importance de l'élevage bovin, mais surtout une possibilité de diversification de cette activité (tableau 6).

Les exploitations familiales qui ont une production diversifiée comprenant un élevage bovin et, surtout, des cultures pérennes, ont des revenus agricoles plus élevés. Au sein de ce peuplement agricole, dans le cadre du type de système de production auquel nous nous intéressons, les cultures pérennes sont essentiellement composées de cacao (*Theobroma Cacao* L.) Pour le type 3, l'importance des cultures pérennes pour les revenus, même s'il s'agit d'une surface relativement faible, surtout si nous la comparons avec les pâturages (tableau 6), est garantie par une productivité et des prix élevés du cacao.

Les producteurs spécialisés, ou en train de se spécialiser, n'ont pas présenté d'autres sources de revenus en dehors de l'élevage bovin, ce qui est une caractéristique de la spécialisation. Ils n'ont pratiquement pas de terres de cultures (tableau 6), ce qui peut expliquer la spécialisation non seulement des revenus, mais aussi de production. Le type 6 n'a pas de revenus agricoles, parce que sa production n'est pas commerciale, ses recettes proviennent généralement d'une vente de main-d'œuvre.

Les données du tableau 1 ont été analysées d'après le test statistique de Dunca (à 5% de signifiante), ce qui nous a permis de démontrer qu'il n'existe pas de différences significatives entre les types quant à la taille de la surface, différemment des autres caractéristiques quantitatives qui, elles, présentent des différences significatives.

La taille intra-type est la donnée qui a présenté de grandes différences, par conséquent la taille n'a pas de grande influence sur le type de système de production adopté. Ainsi, un agriculteur peut être spécialisé dans l'élevage bovin, indépendamment de la taille de sa propriété. À Belo Horizonte, la taille de l'exploitation n'a même pas eu d'implication sur la différenciation de l'objectif productif de l'élevage, la production laitière jouant toujours un rôle important, d'autant plus que nous n'avons pas trouvé de très grandes exploitations dans la région. La diversité de la taille des établissements du groupe de producteurs spécialisés dans l'élevage

bovin justifie l'écart type important que nous avons trouvé. Il se réduit drastiquement si nous prenons en compte les sous-types : exploitations familiales et grands propriétaires. Le rythme d'expansion des pâturages indique que certains systèmes ont rapidement fait de l'élevage leur activité principale, comme les types 1 et 2. De plus, si nous considérons que les données présentées sont à mettre en rapport avec le temps d'installation, et, donc qu'elles sont diluées dans le temps, ces systèmes devaient au départ être plus intensifs. Cette expansion des pâturages, dans le groupe de systèmes de production en transition, est aussi plus importante pour la spécialisation dans l'élevage (type 5). Cette trajectoire a entraîné la distribution actuelle d'usage de la terre, où les pâturages jouent encore le même rôle central que dans les types de systèmes de production que nous avons déjà cités (figure 18).

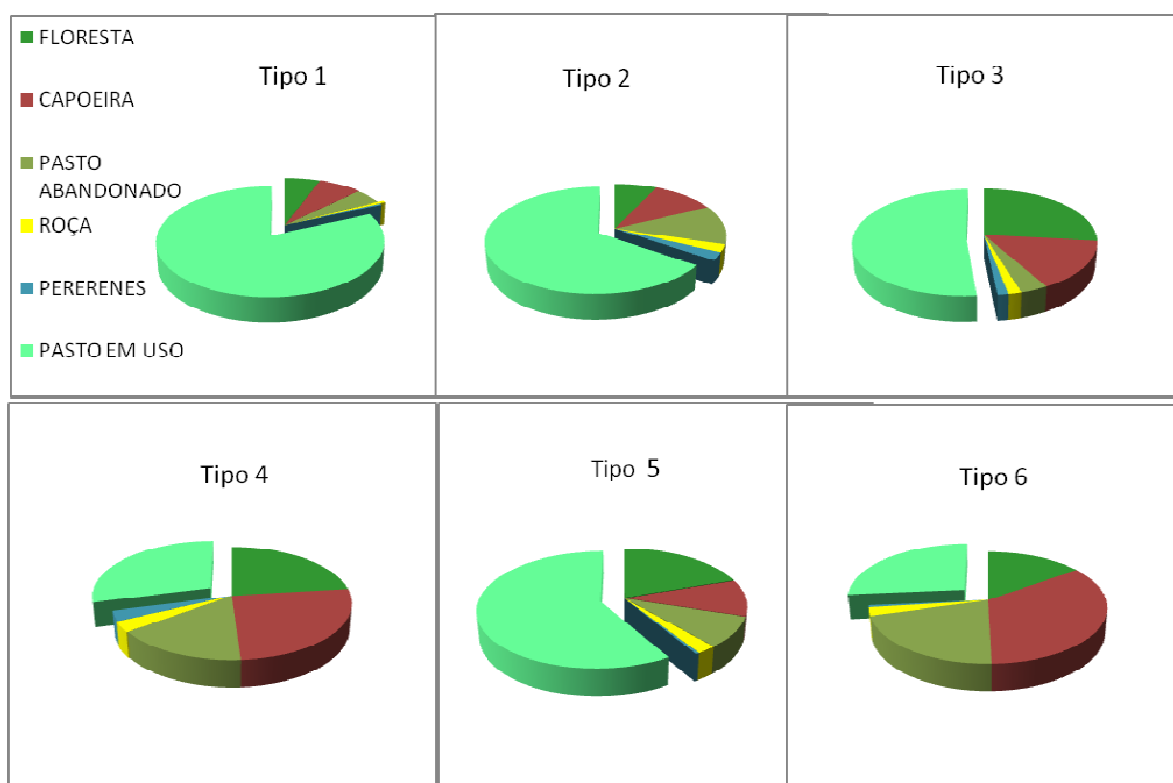


Figure 18 : Usage de la terre des différents types de systèmes de production de Belo Horizonte, en 2008. Source : Étude de terrain.

Les différentes formes d'utilisation des terres de chaque type de systèmes de production présenté figure 1, montrent une zone de pâturage utilisée, qui contraste avec une zone de forêt et une « capoeira ». Les plus grandes zones de pâturages abandonnés, trouvées dans les types 3, 4 et 5, confirment les changements importants de leurs trajectoires, c'est-à-dire qu'ils

présentent une instabilité, comme nous l'avons mentionné précédemment. En effet, ces systèmes ont déjà eu une zone de pâturage, et donc une activité d'élevage beaucoup plus importante.

3.1.6- REPRÉSENTATION DES CHANGEMENTS

Nous avons construit une représentation synthétique de la chronique de chaque type de système de production trouvé dans le cadre du peuplement agricole de Belo Horizonte, et nous avons mis en évidence les changements et vérifié leur rapport avec des facteurs externes. Les figures 19 et 20 montrent les chroniques des systèmes de production de type 3 (élevage et cultures pérennes) et de type 1 (spécialisé dans l'élevage) - sous-type des grands propriétaires, en tant qu'illustration résultante obtenue.

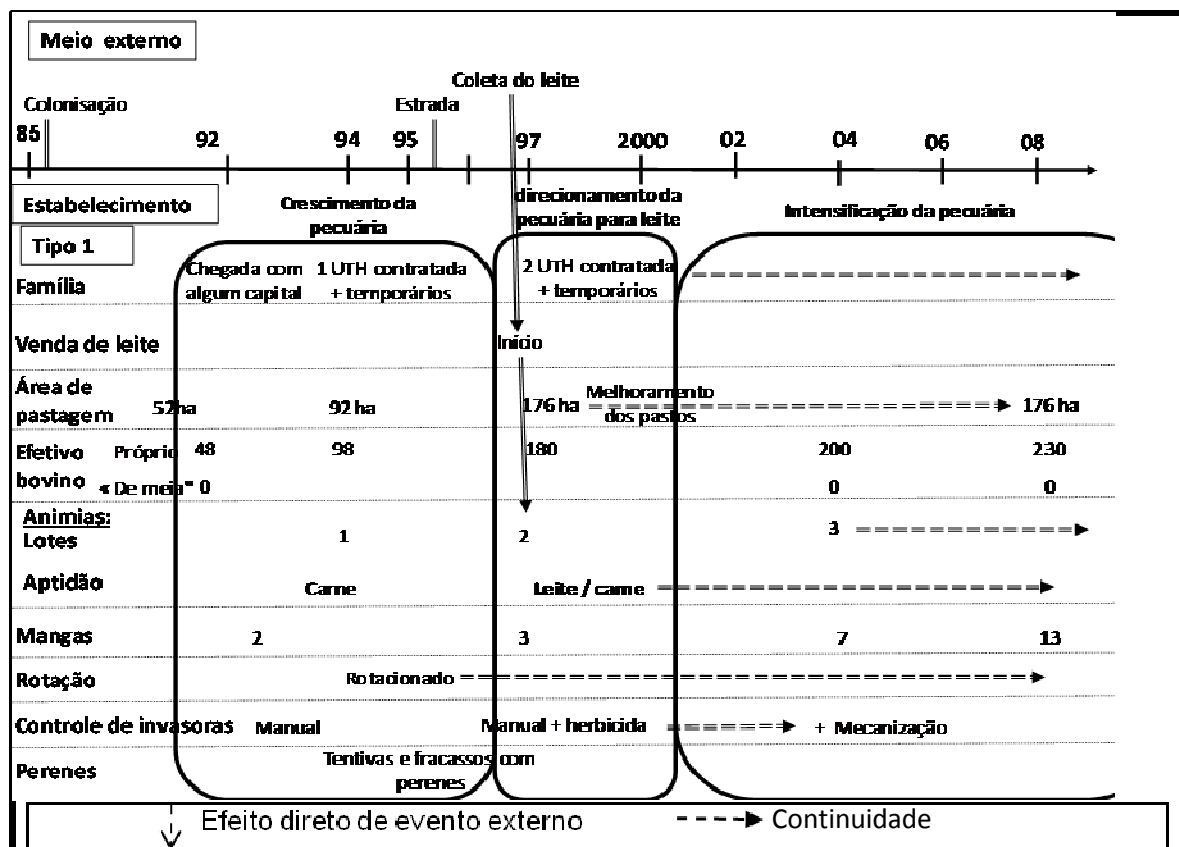


Figure 19 : Chronique d'un système de production spécialisé dans l'élevage.

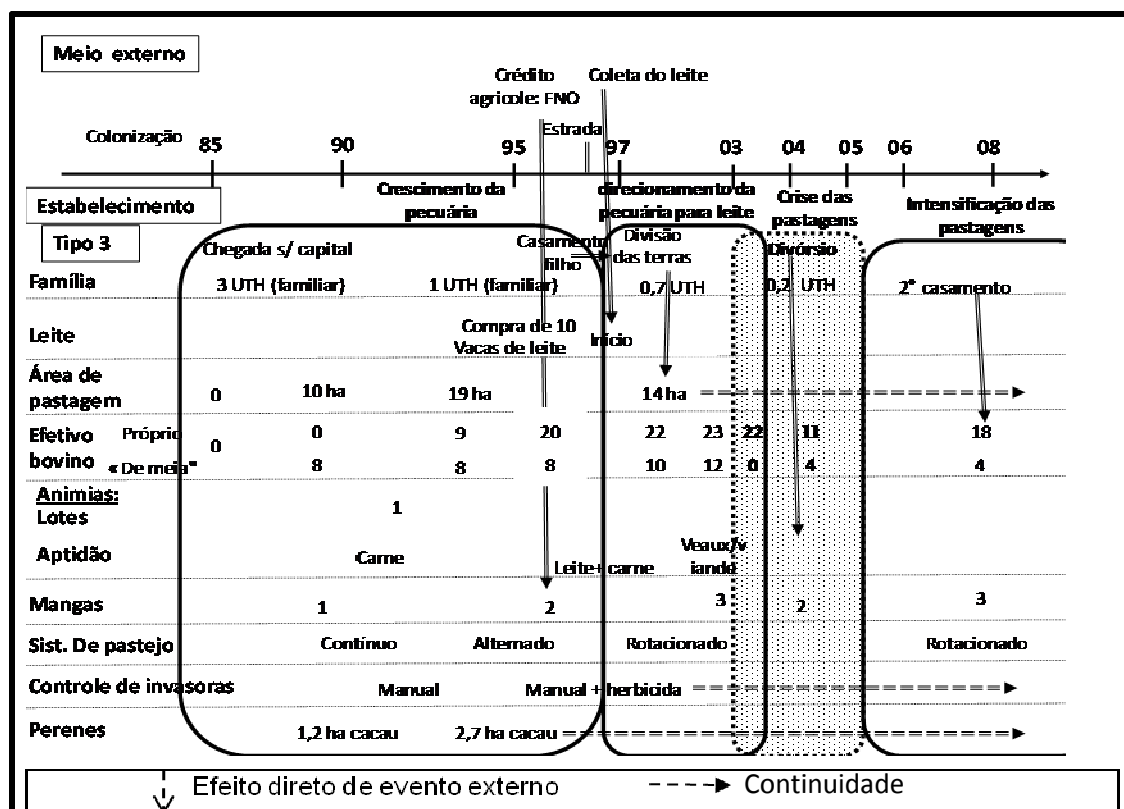


Figure 20 : Chronique d'un système de production diversifiée (élevage et cultures pérennes).

Dans les figures ci-dessus les lignes correspondent aux variables prises en compte par rapport aux changements ayant eu lieu. En ce qui concerne les faits extérieurs seulement ceux qui ont eu des répercussions directes sur les systèmes de production on été représentés. Les périodes encadrées par des rectangles correspondent aux phases. Chaque phase correspond à une cohérence d'organisation et à une conduite des activités.

Nous ne nous étendrons pas sur les détails de chaque chronique, elles sont présentées pour illustrer les types de résultats qui peuvent être obtenus par une analyse rétrospective, mais surtout pour montrer comment les changements ont été traités, comme nous le verrons de façon plus générale ci-dessous.

3.1.7 - CHANGEMENTS DU SYSTÈME FAMILLE-EXPLOITATION ET DES PRATIQUES

Les événements historiques qui ont eu lieu au sein du peuplement agricole de Belo Horizonte ont touché tous les types d'agriculteurs de façon assez similaire en ce qui concerne le système d'élevage bovin. Le temps de réaction à ces événements a, quant à lui, beaucoup varié. Normalement les types plus stables, comme ceux qui sont spécialisés dans l'élevage et ceux qui développent un élevage et des cultures pérennes, ont présenté de meilleures conditions et une réaction plus rapide aux effets du milieu. Même les systèmes de production diversifiés ont réagi aux événements de façon semblable aux autres. Par exemple, ils ont tous commencé à vendre du lait après l'amélioration de la route, lorsque la collecte a commencé à être faite tous les jours par les laiteries (figure 19 et 20). Toutefois, certains agriculteurs ont commencé à vendre leur lait plus rapidement que d'autres.

Cela ne veut pas dire que ces événements extérieurs ont fait que tous les systèmes de production sont devenus identiques, ni qu'ils ont pris une même trajectoire, seule la conséquence des événements historiques a été la même. Malgré ces circonstances extérieures, les systèmes de production ont continué à présenter des spécificités.

Cela peut expliquer pourquoi des systèmes différents ont eu une même réaction face à des événements historiques. En effet, cette réaction est liée au poids de la dynamique de l'élevage dans un contexte qui la favorise. Ce contexte favorable à l'élevage a influencé tous les types de systèmes de production.

Les faits historiques ont été assimilés et ont favorisé cette dynamique dominante. Le crédit et la route, par exemple, ont accéléré un processus en pleine croissance, après l'intensification de l'élevage (figure 20). Le changement des systèmes de pâturage illustre bien l'impact des facteurs extérieurs sur l'élevage. Avant le crédit, il y avait une tendance à des changements progressifs d'un pâturage continu vers un système de rotation, mais grâce au financement, les agriculteurs ont eu les moyens de construire des clôtures (figure 20). Sans prêt, elles auraient été construites petit à petit.

D'autre part les agriculteurs qui ont introduit des cultures pérennes dans leurs systèmes de production l'ont fait indépendamment des améliorations du contexte agraire, même si cela a indirectement contribué à la réussite des cultures. Ainsi, la plantation de cacao a commencé à la fin des années 1980 et au début des années 1990, c'est-à-dire avant la construction des

routes et à l'accès au crédit (figure 20). Cela montre qu'en plus du contexte, d'autres facteurs influencent la configuration générale du système de production. Dans ce sens, nous devons souligner le projet familial, résultat d'une construction historique et contextualisée.

3.1.8 - LES ÉTAPES DU CHANGEMENT

Les configurations successives des systèmes d'élevage ont été regroupées en étapes (figure 19 et 20). Quatre étapes ont été identifiées: 1) 1985-1997- installation et forte croissance de l'élevage; 2) 1997-2004 – augmentation de l'importance de la production laitière; 3) 2004-2006 - crise de pâturages; 4) à partir de 2006 – début d'une phase d'intensification de l'élevage.

De façon générale, tous les agriculteurs se sont investis dans une activité d'élevage dès leur arrivée. La plupart des zones étaient constituées de forêts au moment de l'installation des agriculteurs. Parfois, il y avait une petite zone de pâturages, en particulier dans les exploitations où les propriétaires sont arrivés après l'occupation de l'espace (figure 20). En ce qui concerne la végétation d'origine, la mise en place de ces exploitations et les différences quant à leurs évolutions n'ont pas été influencées par ce facteur.

Le rythme de croissance de l'élevage a varié en fonction de la disponibilité d'un capital de départ, de main-d'œuvre, d'une disponibilité et d'un accès à du bétail « mixte »⁶, et d'éventuels problèmes familiaux (santé et séparation), conformément aux figures 19 et 20. Les agriculteurs qui avaient comme projet une implantation de cultures pérennes ont normalement eu un développement de leur élevage moins important que ceux qui se sont concentrés dès le début sur cette activité, surtout parce qu'ils ont dû répartir leurs ressources.

L'événement historique qui a provoqué les changements les plus importants au sein des systèmes de production, en particulier dans l'élevage, a été celui de la construction de routes,

6 Accord, le plus souvent informel, où les propriétaires de bétail confient un certain nombre de têtes à d'autres propriétaires ou détenteurs de terres, pour qu'elles soient élevées ou engraisées sur leurs terres. Ce type d'élevage est connu sous le nom de « à moitié », car, généralement, les gains de production sont partagés par moitié entre les contractants. Dans cette étude de cas, il s'agit de la production de veaux, mais dans les systèmes d'engraissement la répartition des gains est liée au gain de poids.

ce qui a permis la vente du lait (figure 19 et 20). Progressivement tous les producteurs ont commencé à produire de lait du troupeau qu'ils avaient déjà constitué avec des animaux métissés, malgré une faible aptitude laitière. Les changements des pratiques associées à cette mutation vers la production laitière ont été réalisés à des rythmes différents. À cette époque-là, les types d'exploitation spécialisée et diversifiée avec des cultures pérennes avaient des conditions leur permettant d'améliorer le code génétique laitier de leur troupeau. Toutefois, avec le temps, ils ont tous effectué ou effectuent au moins une sélection de leurs reproducteurs et de leurs vaches, soit au sein de leur troupeau ou grâce à un échange de bêtes avec leurs voisins.

L'autre changement lié à l'importance de la production laitière est venu de l'amélioration de la nutrition animale, surtout en ce qui concerne la distribution de suppléments minéraux, mais aussi par rapport à la préoccupation quant à la qualité de ces suppléments. En 2008, environ 22% des agriculteurs ne fournissaient pas régulièrement de sel minéral à leurs bêtes, contre 39% en 2003. En 2008, tous ceux qui distribuaient des minéraux de façon irrégulière faisaient partie des types de systèmes de production en transition.

L'introduction de graminées fourragères plus nutritives fait également partie de ce mouvement. Depuis 2004, les pâturages presque exclusivement formés de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu ont été diversifiés avec l'introduction de *Panicum Maximim* cv. Mombaça, surtout pour améliorer des pâturages dégradés.

Pendant la période de mise en valeur de la production laitière, les processus précédents d'augmentation du troupeau et, dans certains cas, de légère augmentation de la zone de pâturages ont été maintenus.

La croissance du troupeau, disproportionnée par rapport à l'augmentation de l'aire de production, amène une surcharge d'animaux sur les pâturages. Tout cela, associé à l'utilisation des brûlis pour contrôler les adventices et au manque d'épandage sur les pâturages, a entraîné une crise générale des pâturages, qui a été ressentie avec plus ou moins d'intensité par les petits et les grands producteurs. Les seules exceptions ont été trouvées parmi les exploitations spécialisées dans l'élevage, où les exploitants n'ont pas de difficultés à travailler leurs pâturages, les autres types étant fréquemment confrontés à des problèmes de la durabilité de leurs pâturages.

En 2005, la crise des pâturages a été un moment dangereux et décisif pour la permanence des producteurs au sein du peuplement agricole. En fait, presque 10% des personnes interrogées en 2003 ne se trouvaient plus dans le peuplement agricole en 2008. Pour les personnes interrogées qui sont restées, la plupart de ceux qui sont partis ont vendu leur propriété parce qu'ils n'arrivaient pas à résoudre les problèmes de leurs de pâturages.

Les problèmes de la durabilité des pâturages ont été assez fréquents dans toute la région. Ils sont caractérisés par une diminution de la production fourragère et, par conséquent, de la production animale, ces problèmes étant dus au développement d'adventices. En 2005, ce phénomène a été décrit par Dias-Filho et Andrade comme un phénomène de dégradation agricole. Actuellement, à Belo Horizonte, il est même devenu difficile de maintenir la santé des animaux, et de nombreux exploitants rapportent la mort d'animaux à cause de la malnutrition.

Lors de cette phase, les conditions de renouvellement des pâturages ont été déterminantes pour que les familles continuent à vivre dans le peuplement agricole. Les succès obtenus lors du renouvellement des pâturages ont été importants. Ainsi, après avoir vendu une partie de leurs bêtes pour obtenir de l'argent, de nombreux agriculteurs ont pu rester, même si certains d'entre eux n'ont pas eu de bons résultats.

À partir de cette période, les préoccupations concernant la durabilité des pâturages sont devenues, de façon générale, plus importantes, ce qui a eu un impact positif sur les pratiques de gestion et de traitement des pâturages. L'occupation animale est aujourd'hui contrôlée. Le sous-pâturage a été adopté, tout comme le choix d'une période appropriée pour la pâture. Plus de clôtures ont été construites, ainsi en 2008, il y avait environ 4,5 prés par exploitation, contre 3,2 en 2003. Et nous avons observé des intentions d'augmenter encore plus cette séparation des pâturages.

Le changement des pratiques de contrôle des adventices mérite d'être mis en avant, parce que le processus de dégradation agricole en dépend. Lors de l'installation et de la consolidation de l'élevage au sein du peuplement agricole le recours aux brûlis et au combat manuel ont été les principales méthodes utilisées pour contrôler les adventices. Les brûlis de nettoyage des pâturages ont diminué, même si la méthode était encore utilisée par 60% des exploitants en 2008. Selon Medeiros (2004), les agriculteurs de Belo Horizonte justifiaient cette diminution des brûlis surtout à cause d'une faible disponibilité de pâturages par rapport à l'augmentation du troupeau, ce qui ne permettait pas de laisser un pâturage en jachère après un brûlis. Le

contrôle manuel est devenu une pratique dominante. Toutefois, l'augmentation des zones de pâturage et leur dégradation sont devenues telles par rapport à la main-d'œuvre disponible, qu'elle soit familiale ou embauchée, qu'il est difficile de contrôler les adventices. Depuis 2003, des herbicides sont utilisés par 25,2% des familles, ce chiffre est monté à 37,5% en 2008.

Après la crise des pâturages, la croissance de la production basée sur la croissance du troupeau, au détriment de la prairie, n'était plus concevable, donc un processus d'intensification a été mis en place. Les changements des pratiques décrites ci-dessus, stimulées par une nouvelle phase de dégradation des pâturages, s'inscrivent dans ce processus d'intensification. Comme nous l'avons vu, aujourd'hui, il existe une préoccupation très importante quant à la durabilité des pâturages. Même si l'objectif est d'augmenter encore la production, surtout de lait.

Malgré de nombreuses insuffisances inhérentes au système d'exploitation familiale, mais aussi à l'environnement extérieur, de nombreux producteurs de Belo Horizonte ont réussi à améliorer leur productivité grâce à une adaptation et à l'adoption de technologies. Il s'agit là de nouvelles possibilités permettant de consolider l'agriculture familiale dans la région. Ce modèle peut devenir une référence pour d'autres localités qui suivent une dynamique similaire, mais qui sont encore à un stade moins avancé d'évolution des systèmes d'élevage.

3.1.10 - CONSIDÉRATIONS FINALES

La méthodologie utilisée nous a permis de mettre en évidence les transformations successives des systèmes d'élevage bovin, et des pratiques de gestion et de conduite de l'exploitation. De plus, elle nous a aussi permis de comprendre le sens des changements et l'état actuel des systèmes. Comme nous l'avons montré, les systèmes d'élevage ont subi une augmentation de l'intensification et font face à une recherche de développement écologique durable.

L'originalité de cette étude se trouve dans son apport méthodologique qui, en plus de leurs résultats, a aussi permis d'analyser la transformation des systèmes. La principale innovation se trouve dans la méthode d'analyse rétrospective des changements, alliée à une typologie et à des entretiens historiques. Cette méthode rétrospective nous a fourni un cadre bien défini de procédures pour pouvoir recueillir, systématiser et analyser les données. Parce qu'elle est

nouvelle, il est important de la mettre en pratique dans le cadre de différents contextes et objectifs, pour pouvoir mettre en place des adaptations qui sont nécessaires à chaque cas et appuyer les réflexions qui vont permettre sa consolidation, comme dans le cas qui nous intéresse.

De nombreuses recherches ont étudié la dynamique des fronts pionniers amazoniennes, qui sont bien évidemment en constante transformation (BECKER, MIRANDA et MACHADO 1990; De REYNAL et al., 1996; HÉBETTE, 2004; VEIGA, OLIVEIRA, TAVARES, 2007; ASSIS, HALMENSCHLAGER, et OLIVEIRA, 2009). Fréquemment, un niveau d'étude est mis en exergue, que ce soit les systèmes agraires ou les systèmes de production. L'analyse des pratiques n'est pas d'usage, et celle des perspectives de changement ou d'articulation avec des niveaux élargis est encore plus rare. Derrière cette option, souvent à caractère disciplinaire, il existe aussi un problème méthodologique d'interprétation d'échelles, de complexité et d'amplitude de la thématique. La méthodologie utilisée a réussi à intégrer les différents niveaux d'étude et à mettre l'accent sur des événements importants dans le cadre de l'objectif que nous avons défini, sans qu'il soit pour autant nécessaire d'analyser tous les faits historiques ayant eu lieu dans la région ou dans la localité.

D'autre part, l'approche des changements dans le cadre des pratiques est fondamentale pour pouvoir analyser de possibles innovations. Dans un contexte de fortes transformations, de difficultés d'adaptation et de durabilité des systèmes de production au sein des écosystèmes locaux, la thématique de l'innovation est prioritaire, aussi bien en termes de recherche que de développement. De plus, les agriculteurs en font une demande constante. Néanmoins, dans ce cas, il est également possible d'identifier les limites de la méthode, qui, par son caractère rétrospectif, ne renvoie pas clairement à une analyse des possibilités futures, toujours importantes lorsqu'il s'agit de réfléchir sur les conséquences de l'innovation. Malgré tout, l'examen des trajectoires et de la succession des faits peut permettre de percevoir le sens des changements, et donc une tendance.

La complexité de l'étude des changements des pratiques dans un contexte de fortes transformations nous a amenés à réunir différentes méthodes qui prennent en compte la diversité des acteurs et des systèmes de production, ainsi que les contextes et les changements au cours du temps. Toutes ces méthodes sont utilisées ou proviennent de principes liés à l'approche systémique de la production agricole. Nous avons pu profiter des leçons retirées des entretiens historiques (réalisés avec quelques informateurs dans le cadre de l'échelle de la

région), qui ont été complétés par une typologie des systèmes de production, afin de comprendre la diversité et surtout les trajectoires. Ces informations nous ont servi de références de base pour pouvoir approfondir la compréhension des changements au niveau des systèmes d'élevage et des pratiques, ce qui a permis de conclure l'analyse rétrospective.

La complémentarité des méthodes utilisées doit être mise en exergue surtout par rapport à l'objectif d'analyse du processus de changement des pratiques du contexte de l'étude. L'utilisation de cet ensemble de méthodologies n'est pas obligatoire pour réaliser une analyse rétrospective. Cette structure méthodologique a été nécessaire dans ce cas, car nous ne possédions pas toutes les références concernant des études préalables, indispensables à l'analyse rétrospective, contrairement aux endroits où cette méthode a été conçue. Par exemple, nous n'avions pas la date du début de la collecte de données pour chaque route vicinale, cette date étant différente et ayant eu une forte répercussion sur les systèmes d'élevage. En effet, cet événement a entraîné d'importantes transformations des pratiques, malgré une période d'adaptation plus ou moins longue pour chacune des exploitations.

Cet ensemble de méthodes, particularité de cette étude, nous a permis de percevoir certains avantages par rapport à une utilisation isolée de chaque procédure. En plus des avantages auxquels nous avons fait référence ci-dessus, nous avons pu comprendre qu'une étude à différentes échelles nous permettait de mieux appréhender les phénomènes étudiés, tout comme chacun des niveaux concernés, qui s'influencent les uns les autres. Ainsi, les changements de pratiques n'ont pas beaucoup de sens sans une relation avec l'histoire régionale qui, à son tour, est aussi influencée par ces pratiques.

Un exemple d'interaction des échelles étudiées est celui des nombreuses émigrations parties de Belo Horizonte à une époque déterminée (fait historique locale), en 2005, à cause de la dégradation des pâturages, du fait de pratiques inadaptées. Un autre événement historique marquant a été celui du processus de colonisation, fortement lié à l'élevage et dont la grande importance pour les systèmes de production de toute la région, n'avait peut-être pas été correctement perçue, même dans le cadre d'une étude locale. Même l'analyse rétrospective, qui prend en compte les faits historiques extérieurs à l'exploitation, si elle est utilisée seule, pourrait ne pas être suffisante à cette compréhension.

Finalement, nous devons insister sur l'importance des changements en tant que processus complexe. Ainsi, il ne s'agit pas seulement de prendre en considération le point de départ et la situation actuelle des systèmes de production, ni même les changements ayant eu lieu à un

moment déterminé. L'interrelation des facteurs concernés par les changements et la notion de mouvement constant au cours du temps sont les éléments qui doivent être pris en considération. De cette façon, il sera possible d'appuyer la gestion de ce mouvement afin de donner le sens désiré aux changements.

Actuellement à Belo Horizonte, il semble important d'appuyer l'intensification durable de l'élevage, en développant les pratiques qui sont déjà utilisées par certains agriculteurs, comme la gestion des pâturages, l'alimentation et la génétique animale, la diversification des espèces composant les pâturages, qu'elles soient ou non fourragères (comme l'introduction d'arbres). De plus, la diversification productive, par l'intermédiaire de culture pérenne, semble être quelque chose de prometteur, aussi bien en termes économiques qu'écologiques. Cela doit donc être stimulé par une communication sur les expériences ayant donné de bons résultats.

Les changements systématisés à Belo Horizonte, plus explicites et complets, malgré toutes les contradictions concernant les résultats, pourraient servir de référence à d'autres localités de la région et devenir un élément d'appui à une réflexion sur les trajectoires de chaque exploitation, surtout à cause de l'occupation ancienne de cette zone de peuplement agricole.

CHAPITRE 4

Dégradation des pâturages liée aux trajectoires des exploitations

Ce chapitre correspond à un article sous-pressé dans la revue *Outlook on agriculture*.

4.1. Article soumis :

Grassland deterioration linked to the farms trajectories in eastern Amazon

L. Navegantes-Alves, R. Pocard-Chapuis, J. Huguenin, L. Ferreira, and C.H. Moulin

L. Navegante-Alves is Assistant Professor and L. Ferreira is Adjunct Professor in Federal University of Pará (UFPA), agronomy faculty of Marabá and Unit of Agrarian Science and Rural Development (NCADR), 66075-110 Belém, Brazil. The first author is at present also PhD student Montpellier SupAgro, UMR SELMET. R. Pocard-Chapuis and J. Huguenin are with Cirad, UMR SELMET, 34398 Baillarguet, France. C.H. Moulin is with Montpellier SupAgro, UMR SELMET, 34060 Montpellier, France.

E-mail: lnavegantes@ufpa.br

4.1.1 – Abstract

In eastern Amazon, the grassland installed after the deforestation may go thru fast weed invasion, what is a significant problem for the sustainability of the new farming systems. Based on on-farm surveys, we studied the links between the farming systems and grassland deterioration. We distinguish two main farms trajectories. For the changing trajectories, farmers did not manage to maintain a good balance between grass and cattle, leading to

deterioration. For the stabilized one, farmers implemented various grassland management mode, from continuous grazing to complex rotation, with poor weed invasion. The conditions of stabilization of farming systems and the choices of grassland management practices are discussed.

Keywords: *farming systems, farm dynamics, grassland management, practices.*

4.1.2 – Introdoction

In the eastern Amazon, livestock grazing is an important and dynamic activity, as we can see on the cattle herd amount, which increased from 47,5 to 74,7 million head between the years 2000 and 2009 (IBGE, 2011). The main interest for this type of activity lies in the security it provides as it is less exposed to the fairly common risks in agriculture, even more in the agricultural frontiers, where the uncertainties of farming are more striking and, therefore, harder to manage because they are little known to settlers. Notwithstanding the advantages of livestock production, usually perennial crops, like cocoa, have a higher yield per area unit than cattle ranching, but it takes three to four years to start harvesting, product outflow difficulties need to be overcome, and producers strongly rely on a poorly structured local market. In contrast, the cattle supply chain is much more structured.

Therefore, almost all the farms are focused on cattle production, with beef specialization for large-sized ranchers or dual purpose, milk and beef, for the small-holders. But, production diversity, including perennial crops, can also be found. However, in the realm of agricultural frontier, the farming systems are often subject to major changes over time, given the changes of the socio- economic context or because they are in the process of establishment (Ferreira 2001; Veiga *et al*, 2004).

The grassland occupies a great amount of the agricultural areas, both in specialized systems for livestock as in diversified agriculture systems. Therefore, the grasslands sustainability is fundamental to the agricultural activity in the Amazon. However, a great amount of the grasslands are currently in a deterioration process (Dias-Filho and Andrade, 2005; Ibrahim *et al*, 2010), characterized by decreased forage production as a consequence of the increased proportion of invasive weed (Daget and Poissonet, 1972). Grassland sustainability is closely connected to management practices more than to environmental factors (Matthew *et al*, 2000; Huguenin, 2002). Rotational regime and stocking rate play a key

role in the competition among species and in vegetation balance (Marriott and Carrère, 1998; Holechek *et al*, 2001; Huguenin, 2008).

With a strong dynamic of deforestation, grasslands occupy 80% of deforested lands in the Brazilian Amazon (Veiga *et al*, 2004). Grassland deterioration becomes a far more important issue, not only for the holders. It also represents a stake in regional stabilization of agricultural frontiers (Poccard-Chapuis, 2004), and a global interest in environmental preservation.

The common dynamics for the agricultural frontiers in the Amazon lies in forest clearing and temporary subsistence crops followed by grasslands, which soon degrade and bring about more deforestation, whether on site or further ahead in the agricultural frontier (De Reynal, 1999; Veiga *et al*, 2004). This process was greatly encouraged by the policy of colonization adopted for the region, which was based upon extensive cattle raising as the main strategy for occupying the lands.

The gap between production and environmental preservation is historically recurrent. Recently, the Brazilian policies have aimed at controlling deforestation, especially through supervision and reprimand; but, a major challenge remains for sustainable production in the eastern Amazon. Understanding the causes linked to pasture degradation could help support sustainable cattle production while reducing the pressure for the formation of new grazing areas onto the forest.

Despite the remarkable extent of grassland deterioration in the eastern Amazon, equivalent to 50-65% of the entire area (Dias-Filho and Andrade, 2005; Ibrahim *et al*, 2010), some grassland established 25 to 30 years ago remain productive. Thus, there are practices implemented by producers that lead to sustainability of the forage cover.

We, then, wonder what are the conditions for adopting grassland management practices leading to a poor weed invasion. Our hypotheses are that types of farming systems could constrain the choice and the implementation of grazing management practices, resulting in different grassland status. Because the farms in the pioneering fronts are subject to significant changes over time, an analysis of their trajectories is essential (Cialdella, 2009; Moulin *et al*, 2008).

Understanding farmers reasons concerning the selection of certain practices is a key to evaluate the best way to support them in tackling grassland deterioration problems. Our goal

is to show how grassland sustainability in the eastern Amazon is conditioned by the farms trajectories.

4.1.3 - MATERIALS AND METHODS

4.1.3.1- Background

Two agricultural localities in the eastern Amazon, in southeastern Pará State, were studied, namely: Belo Horizonte (5°47'S, 48°39'W) and Agroextrativista (4°50'S, 49°20'W). These areas are representative of the settlement dynamics that occurred in the pioneering fronts of the Brazilian Amazon. Successive waves of settlers began to arrive, mainly as from the 1970s, encouraged by the colonization policy. Agriculture was developed using the slash-and-burn system. Initially, subsistence crops (mainly rice and corn) are installed; there are followed, after 1 to 3 years, by grasslands planted with exotic species. This is still one of the regions with the poorest infrastructure in the country, as many properties have no power supply, poorly maintained secondary roads and scattered households with no urban infrastructure. By the early 2000s, many small producers turned to dairy cattle as a result of some improvement to local roads, thus allowing for the outflow of their dairy production.

Both areas have similar overall characteristics as to the biophysical environment, but are found to be in different agrarian contexts (Table 7). The Belo Horizonte area lies within an old agricultural frontier, where the total division of land occurred in the colonization beginning. On the other hand, in the Agroextrativista area the land division was made progressively, prolonging itself until a more recent period. This historic background is a driver of differences in land use, in access to public policies, especially regarding infrastructure, and in the improvement of farming systems.

Table 7 *Socio-economic and environmental data for the two sites under study*

	Belo Horizonte	Agroextrativista
Year of colonization	1984	1984 - 2003
Total area (ha)	3600*	22000**
Estimated No. of families	48*	500**
% Forests	10*	60**
Road distribution	Good*	Bad**
Year-round trafficability	Yes*	No**

Sources: *Carvalho, 2007 **Rodrigues and Navegantes-Alves, 2007.

Sampling and data collection

Because the Agroextrativista area is very large, it was necessary to limit the sampling to an area representative of the site's diversity based on previous studies (Rodrigues and Navegantes-Alves, 2007). The area under study is approximately 3000 ha in size and has 45 families.

The sample was established according to previous studies in same areas, so that data regarding farms on two dates, 2003 and 2008, would be obtained in order to analyze farm trajectories. An overall amount of 65 questionnaires were applied for both locations and dates.

We sought to interview the maximum number of farmers as possible in each location. However, we often find restrictions of various kinds (absence of the owners, land-political conflicts, bad conditions of access). Finally, the survey concern 80% of farmers in Belo Horizonte and 60% in the area studied at Agroextrativista.

The questionnaire applied in 2003 was aimed at a characterization of the farming systems, especially regarding the structural aspects. In 2008, in addition to these aspects, the farmers

were also surveyed regarding more details on management practices and the status of their grasslands.

For evaluating the status of the grasslands, the indicator that was used was the weed proportion, since the literature points it as a key factor in assessing the producers as to the status of the pastures (Figuié, 2001). On the other hand, this study was supported by an operational definition proposed by Daget and Poissonet (1972), who characterize the deterioration of a grassland sown by the proportion of the adventitious species in relation to the cover of all species (sown and adventitious ones).

The questionnaires included an option of four classes of invading weeds: 1) clean, 2) poorly invaded, 3) moderately invaded and 4) highly invaded. The producers were asked to apply this rating for each paddock so as to have a vision of the status diversity of pastures throughout the property and, especially, to get a more accurate assessment of the situation.

Data processing

A typology of the farming systems was established, according to the methodology developed by Capillon (1993) and discussed by Landais (1998). The key-variables used in order to discriminate different farming systems was the farm area, the composition of the manpower, land use and sources of income. Then, a typology of farms trajectories was defined on the basis of the types of farming systems and analysis of the magnitude or direction of their transformations. We focus particularly on land use changes between 2003 and 2008.

Different grassland management mode was also distinguished on the basis of the information collected in 2008 for the grazing system (rotation or continuous grazing), the rate of rotation, batching of animals, number of paddocks and the allocation in them. Only 60 questionnaires could be used to analyze the management practices of grasslands, since at this level some information showed to be inconsistent (such as a grazing period that is incompatible with the rest period). An overall grade of weed invasion for the whole farm was calculated from the assessment for paddocks, proportionally to their sizes.

The types of farms trajectory were primarily related to the status of the grasslands and then with the management practices through cross tables. To verify the significance of that difference, primarily of the levels of weed invasion and then of the management practices between the types of trajectories, the Chi-square test was assigned.

To check statistically the differences between the grassland management practices according to mean stocking rate, the Student's t-test was used. To reduce the risk of error from a plethora of comparisons, the level of significance employed by the Bonferroni method (Bland and Altman, 1995) was adjusted, moving from $P=0.05$ $P=0.0167$.

4.1.4 – Results

4.1.4.1 - The farming systems and the farm trajectories

Five farming systems are identified. They all raise cattle which is often based exclusively on grassland and generally represented a major source of income. Two farming systems have a specialization in cattle-raising, with dairy production in the majority of cases : large “fazendas”, which are rural property over 200 ha and over 350 heads of cattle, whose manpower is contracted, and family farms with a small herd (mean of 50 heads). The three others farming systems are implemented by smallholders with familial manpower. For the “diversified” farming system perennial crops such as cocoa and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*, a native fruit of the Amazon) are the main source of income, despite the small superficies (mean of 2,3 ha), associated with small dairy herd. The “establishing” farming system correspond to the settlers arriving in area for the six years ago: they mainly develop subsistence crop (rice and corn), the surplus of which is sold and the cropping area is replaced by grassland after the first harvest, thus establishing cattle rising over time. Finally, the “extractivist” farming system develop both activities, namely: harvesting the forest products in their properties and cattle production.

There are some farms with well defined systems with such well-defined characteristics (such as those specialized in animal husbandry, with over 75% of pasture area) and that had no major changes between 2003 and 2008. Another group, in contrast, showed major transformations between those dates. These types of trajectory were called, respectively, “stabilized” (45% of cases) and “changing” (49% of cases), and each involving some sub-types (Table 8). Apart from the case of the establishing farming system, with newly installation and changing trajectories because of the deforestation process, there is no link between the type of trajectories and the year of settlement.

Table 8 Agriculture data from Belo Horizonte and Agroextrativista types of farms trajectories

type of trajectory	Stabilized			Changing		
	Large specialized in cattle	Small specialized in cattle	Diversified	Toward specialization in cattle	Toward diversification	Fluctuating
No. of farms	3	21	5	14	4	9
Land area (ha)	247	51	93	69	57	46
Year farmers arrived	1995	1990	1988	1992	1990	1986
Main income (2008)	Cattle	Cattle	Perennial crops	Cattle	Cattle	Out-farm jobs
Second income (2008)	-	-	Cattle	-	Perennial crops	-
No. of family laborer	0	1,1	2,7	0,9	1,7	0,7
No. of salaried laborer	2	0	0,2	0	0	0
% Forests (2003)	3,9	12,7	14,8	44,6	19,9	16,5
% Forests (2008)	2	9,8	13,7	20	17	16,5
% Pasture area - 2003	76,5	76,4	79,6	24,6	31,6	67,4
% Pasture area - 2008	82,2	80,4	83,9	59,4	36,8	32,6
Pasture area (ha) - 2003	189	39	74	17	18	31
Pasture area (ha) - 2008	203	41	78	41	21	15
No. of cattle - 2003	347	46	62	34	19	33
No. of cattle - 2008	418	51	76	43	8	22
Stocking rate ¹ 2003	1,84	1,21	0,84	2	1,06	1,06
Stocking rate ¹ 2008	2,06	1,24	0,97	1,05	0,38	1,47

¹ Stocking rate on pasture area

Among the “changing” trajectories, four sub-types were identified, two of which clearly go toward a specialization in cattle production or toward diversification, one varied over time between these two directions, and the last one was being established and its production trend is still unclear.

The farms whose trajectory is turned to specialization in cattle production, which is their only source of income, increased their grazing area by 141% between 2003 and 2008, the grasslands reaching almost 59% of the total area (Table 2). The farms biased to diversification increased in 91% the perennial crops areas in five years, which are an important source of income. The "fluctuating" farms are the least favored because they have no farm income, usually surviving on occasional jobs. The “establishing” farms began to be settled in 2002 in view of the colonization of new areas at the Agroextrativista region and increased their grazing lands by 129% in five years to the detriment of the forest area.

The farms which implemented the “extractivist” system maintain a large forest area (more than 70 % of the total area of the farm) between 2003 and 2008 and the forest products harvested remain their major source of income. Nevertheless, pasture area is mean increasing by 38%, from 16 to 22 % of the total area, at the same time as the number of cattle. A trend exists to increase their grasslands, with a change in land use, but cattle raising is still a second activity behind extractivism. So we chose to not classify those farms into the stabilized or changing trajectories.

Only two types were not found in both location: the "establishing" and the "extractivists", but were found only at Agroextrativista. This is explained by the agrarian scenario, especially because it is a newer community regarding the time of colonization and because a policy of favoring forest maintenance was established there.

4.1.4.2 - Farms trajectories and grassland status

The “stabilized” farms have cleaner grasslands than the “changing” ones ($p < 0.001$ - Figure 21).

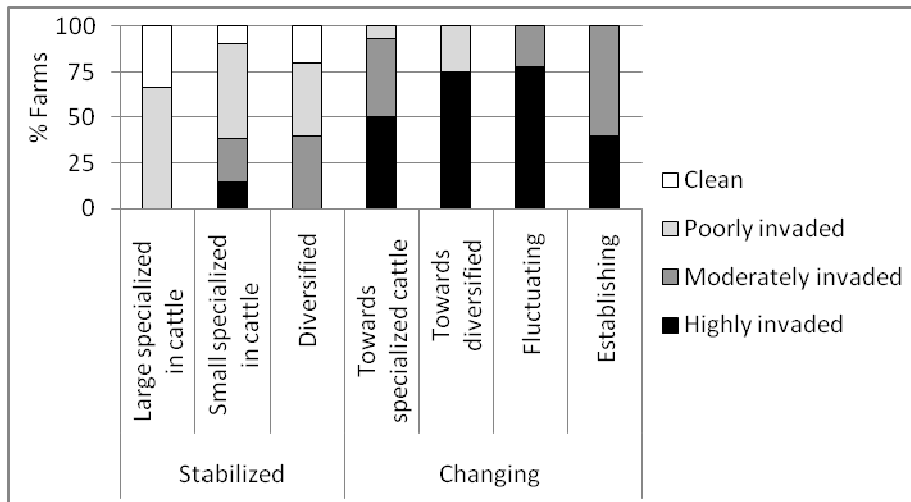


Figure 21 Distribution of grassland status by farm according to the type of farming system trajectory

The "large specialized in cattle" type has cleaner grasslands (100% of farms with no or poor weed invasion). The other types that make up the “stabilized” group had a wider variety of grassland status, but there being a larger proportion of farms with cleaner grasslands (61% of farms with no or poor weed infection).

Amongst the “changing” types, those with more invading weeds grasslands were the "fluctuating" and the "Towards diversification" (having, respectively, 78% and 75% of farms with highly invaded grasslands). All the types in this group had a large proportion of farms with degraded grasslands.

4.1.4.3 - Grassland management practices and weed invasion

We identified four types of grassland management practices (Table 9), corresponding to a range of organizational complexity, greater amount of paddocks and higher stocking rate. 25 % of the farmers use a continuous grazing, with a low mean stocking rate of 0,8 LU/ha, but with a great variability among farms (0,2 – 2,1 LU/ha). The major management practices (63 % of the farms) is a slow rotation, also linked with a low and variable stocking rate. The practice with a more complex rotation is equivalent to systems with multiple paddocks and several batches, which make up different paddock organizational combinations, with possible variation throughout the year. It allows a higher mean stocking rate of 2 LU/ha.

Table 9 Agronomic data for the grassland management modes

Grasslands management practices	Continuous grazing	Slow rotation	Fast rotation	More complex rotation
No. of farms	15	38	4	3
Grazing system	Continuous ¹	rotational	rotational	rotational
Length of grazing (days)	complete	90-150	60-90	60-100
No. of paddocks	1	3-4	4-6	12-16
No. of batches	1	1-2	1	3-6
Paddock size (ha)	10 (10)	11 (6)	6 (1)	15 (6)
Stocking rate (LU ² /ha)	0.8 (0.7) <i>a</i>	0.9 (0.7) <i>a</i>	2.1 (0.7) <i>b</i>	2.0 (0.8) <i>b</i>

Notes: Figures in parentheses are standards deviation. Means followed by the same letter do not differ significantly at the 0.016% level of significance, according to the t-test.

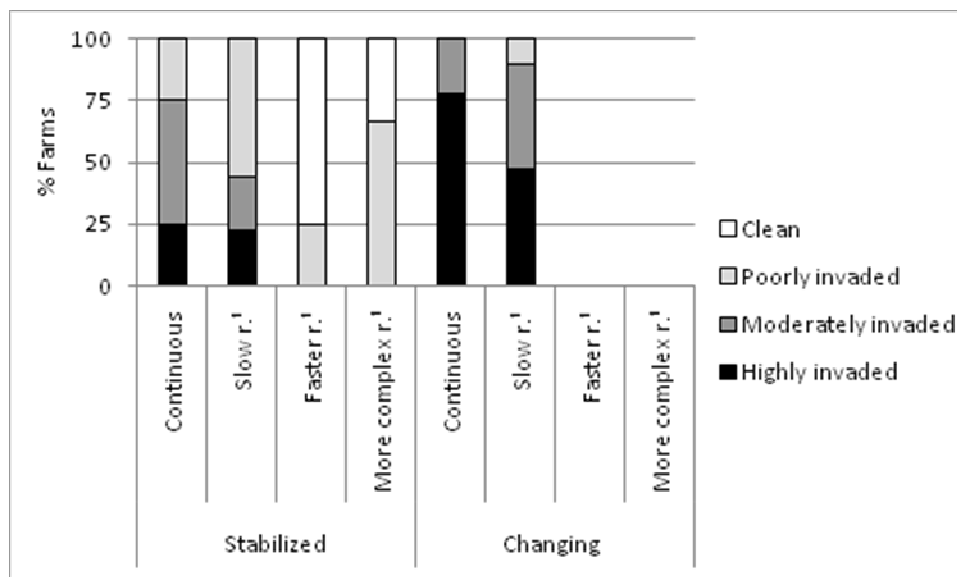
¹Livestock will be on one paddock. ²Livestock unit = 450 kg - the standard used in Brazil.

The Chi-square test demonstrates a difference between the “stabilized” and “changing” continuous grazing is used primarily by the “changing” farms.

Table 10 Distribution of grassland management practices by farms trajectories

Grasslands management practices	Stabilized			Changing				Extractivists
	Large specialized in cattle	Small specialized in cattle	Diversified	Towards specialized in cattle	Towards diversified	Fluctuating	Establishing	
Continuous	0	3	1	3	1	4	1	2
Slow rotation	0	14	4	11	3	2	3	1
Faster rotation	0	4	0	0	0	0	0	0
More complex rotation	3	0	0	0	0	0	0	0

Regarding the proportion of weeds, an invasion gradient related to grassland management practices was also found (Figure 22). Those farms using continuous grazing had the highest proportion of highly invaded grasslands, and the "faster rotation" farms featured less weed invasion. However, for the farms with a stabilizes trajectories, the slow rotation is linked with poorly invaded grasslands in 56 % of the cases. For the changing farms with slow rotation the proportion of poorly invaded grassland is only of 11 %. It is the same for the continuous grazing: for the changing trajectories, 78 % of the farms have highly invaded grasslands; this proportion is only of 25 % for the stabilized farm.



¹r = rotation

Figure 22 Distribution of grassland status by management practices and by farms trajectories.

4.1.5 – Discussion

4.1.5.1 - Farms trajectories and grassland deterioration

We hereby demonstrate that the important changes the farming systems are subjected to in the pioneering fronts of the eastern Amazon region have a strong relationship with grassland

deterioration. The farms with stabilized trajectories have shown grasslands cleaner than the changing farms.

The stability of the farming system allows for continuously implemented practices in the medium or long term, which is essential for a balance of vegetation on grasslands, as evidenced Huguenin, 2008, in the Guyanese Amazon. Also because the security brought about by that stability is a support for lasting structuring of livestock territory. The most important is maintaining the same structure, rather than if being made up of more or fewer paddocks. Even farms with limited paddocks had clean grasslands when their structure and operation has not changed significantly over the years.

In turn, structuring of the livestock territory strongly influences the decision on grassland management to be adopted (Huguenin *et al*, 2010). Better structure arrangement (e.g. with more paddocks and drinking trough) provides for more alternatives to choose the rotation rate, usually leading to faster rates, even if other system management decisions are also concerned, such as batching.

The “changing” trajectories undergo major changes involving grassland areas and the number of animals, corresponding to stocking rate fluctuations and causing significant disturbance in the vegetation cover. Some grazing areas may be abandoned, as happened with the fluctuating trajectories, which have reduced their grazing areas by 52% on average between 2003 and 2008. Or one can try to quickly install new grasslands, as did. The fluctuations in the number of animals (up to 100 % in some cases) make up an additional disturbance in vegetation. Thus, the stocking rate also varied widely, ranging from an average of 2 to 1 LU/ha among the “toward a specialization in cattle” trajectory, since every year they installed more grasslands, but livestock has not increased proportionally. This situation of strong fluctuation in the ratio between the amount of animals and grassland area is common in family farming in other disadvantaged regions in Brazil as well as in the arid zones of the Northeast region (Caron and Hubert, 2000).

Even with an installed structure, land use practices need to be adjusted constantly and continuously so that there is a plant-animal regulation that can maintain a vegetation cover balance. This is even more important in areas such as these where the grasslands were installed recently on forest areas, thus being more susceptible to native vegetation recovery (Vieira, 1993). In case of sub-grazing, there is an increasing trend of weeds due to the impossibility of renewing the grass (Topall, 2001). Also, overgrazing brings about grassland

deterioration (Dias-Filho, 2003), since the animal will over eat the plants, making it difficult for the plants to re-sprout and thus leaving room for the other plants. Moreover, the frequent oscillations between over- and under-grazing represent a major disturbance to the balance of grassland coverage and favor weed invasion (Huguenin, 2008).

Most of the total grassland area that was studied (66%) were moderately or highly weed-infected, according to producers evaluation, which is close to the estimate for the entire Brazilian Amazon (61.5%) made by Dias-Filho & Andrade (2005). However, for the “changing” systems, that proportion was much higher, reaching 93% of the grasslands.

4.1.5.2 - Farming system stability

It was observed, in general, an intense dynamic of farming systems, which is commonly found in the pioneer fronts of the Amazon (De Reynal, 1999) and even in other regions of Brazil (Caron, 1998). However, in some systems the changes were more drastic than in others. These intense changes over time do not correspond only to the sequencing of activities and land use, but also are equivalent to an accumulation of knowledge, changes in family and society, production techniques, the constitution and the territorial organization of a local society (Hubert, 1994). All this complexity of factors will influence the stability of production systems, which are also strongly related to the access to public policies such as financing, technical assistance and roads.

In a changing environment, for the farming systems to be able to stabilize, an important adaptation necessity is required that, according to Dedieu *et al* (2008), is the ability to withstand the uncertainties. But, over time, this capacity corresponds to adaptive cycles, corresponding to periods where the systems are going to confront the constant disturbances (Holling, 2001). We emphasize, therefore, that stable systems have been found within the study period (2003-2008), which does not mean that they will remain like that.

The main ecosystem disruption in the farming systems under study are subject to is the very installation of an agricultural activity, especially grassland, in an area that was originally a forest (Ulh *et al*, 1998). Although in this study we did not have to evaluate what is the adaptability of the systems studied, we stress some factors related to this capacity.

It is difficult to stabilize unless the farmers have the necessary means. Without them, the farms are more vulnerable to any disturbance. But those means were not only capital. Some holders, who had no seed capital, also managed to stabilize their farms. In addition to the capital, the manpower available, the expertise are the main resources that interact in the farms trajectories and the lack of one item can eventually be offset by another. But the contingencies of life (such as illness, divorce) are also a main driving factor of the farm trajectories. The more the conditions are favorable to the maintenance of family-establishment systems, the easier it will be to overcome the disturbances of any kind, whether to the ecosystem or to human life.

Having a productive project and setting it in motion can facilitate and expedite stabilization. Certain trajectories showed that some producers have a defined project, such as specialization in farming or diversification with perennials, and that soon they might build their territory to meet their goals. Given the disruptions, the systems may seek to reorganize as much as possible to adhere back to their projects, without which they will only be more likely to take another path, delaying stabilization. Design changes may always occur, but this could constitute a major disturbance to the farming system.

4.5.3 - Grassland stability and management modes

For the “stabilized” farming systems, all of the identified management practices are accessible and, whichever it is, have grasslands with smaller weed invasion when compared to the “changing” farms. This assertion is compliant with the evidence provided by several studies that there is no grazing system that is better than another regarding the sustainability of pastures and that their effects depend on the management model, where the load plays a core role (Brisk, 2008; Laca, 2009). It is important to maintain some adjustment among the practices that make up a management mode capable of keeping pasture vegetation under balance (Huguenin, 2008). This adjustment is easier for systems that do not change so much.

Some “stabilized” farms (those with faster and more complex management modes) have also allowed for a higher stocking rate (2.0 LU/ha), even higher than the average for the Brazilian Amazon of 0.91 LU/ha (Valentim and Andrade, 2009), which is very close to that found for other management. This type of management method was found not only in the

“Large specialized in cattle”, but also in “Small specialized in cattle”. This increased stocking rate was always associated with an increased amount of paddocks, allowing to apply faster rotation rates than in the other cases, which is conventional in the management of grasslands (Holechek *et al*, 1998).

However, for small family farms where the number of animals is not very high, it may not be necessary to invest in more paddocks. This is so because, for the farming systems productive efficiency is not always paramount and they can achieve low levels of weed invasion through simpler management methods involving fewer paddocks. A correlation between area size and the number of animals can also be compatible with a small paddock structure.

The farms with “changing” trajectories have a lower structure of paddocks (maximum of 3) and lower margin of selection of management methods: faster and more complex management modes can not be implemented with their organizations of livestock territory. The high stocking rate encountered for some farms of the fluctuating trajectories of continuous grazing (1,5 LU/ha) explains the heavy weed invasion of weeds found in this management mode amongst the “changing” systems. Therefore, we derive that the trajectories influence the possibilities of structuring the cattle-raising area and may limit management modes.

Not conducting more complex management modes is not a problem in itself, the issue lies in the fact that all management practices are unfavorable to “changing” systems. The difficulties of such a system include adjusting the stocking rate fluctuations, which is proportional to changes in grassland areas in relation to the livestock, with a grazing system that is subject to territory structure (Duru and Hubert, 2003).

4.1.5.4 - Intensification- a possible path towards sustainable production

The intensification of land use was possible for both large and small family farmers. This shows that increasing animal production without necessarily increasing the grasslands areas by new deforestation is possible. Intensification was possible neither by using either external inputs; it especially depended upon a significant investment in further structuring the cattle-raising area. Alternative pathway for common dynamics (deforestation - opening grasslands - degradation and new deforestation) is vital in a region where cattle ranching is being installed

and the herd tends to grow. But this path requires land stability and structuring that allows for faster and more complex management methods. Shifting from extensive to intensive systems requires, before the change in practice, planning and a special organization. Therefore, expertise and investment are required.

The support from public policies through funding and training would be fundamental for a much wider range of farms, which already have the ranching activity as a major element of production, to be able to intensify the use of their lands. The existing pasture areas in the Amazon, if well managed, could maintain and even increase cattle production in the pioneering fronts, which would decrease the anthropogenic pressure on forests (Veiga *et al*, 2004).

We have perceived the beginning of a process of production intensification, more environmentally sustainable, implemented by some producers without external support. This follows the route of sustainable development, linking economic, social and environmental dimensions. In order to be consolidated, this process needs to be understood and supported by public policies, which in Brazil, like in other places, have difficulty in integrating the different dimensions of sustainable development (Chasek *et al*, 2010).

4.1.6 – Conclusions

This study showed that behind the deterioration of the grasslands there are reasons linked to the actions of farmers related to the farms trajectories, explaining the possibilities of adopting certain practices in managing grasslands. Thus, “stabilized” farms have grasslands with fewer weeds and deteriorated grasslands are more common in “changing” farms.

This study allowed us to demonstrate the links between fact that farming systems are recent and are subject to constant changes to the high incidence of weed invasion. Achieving such a stabilization of the farming systems is particularly difficult when the socio-economic environment is also being structured. Only the “stabilized” systems can consolidate a method for managing grasslands that can provide a better vegetation balance. This goes through structuring the cattle-raising territory that is maintained over time and thereby enables the continuity of practices that ensure a constant balance between forage production and the amount of animals.

The approach of the trajectories was essential to understand some limitations of the current state of the grassland that is also a consequence of dynamics. The originality of the study lies the option to check out the link between the scale of the grassland with the farming system as a whole through the practices in a time perspective.

As consequence of the results of this study, we have the perspective that, as time goes on and stabilization of the pioneering fronts, the grassland deterioration process can be better controlled. One way of supporting this trend would involve helping farmers in structuring their cattle-raising territory through financing and planning. Planning the organization of the paddocks as to arrangement would facilitate rotation management. This structuring of livestock activities would provide an instrument for the producer to pursue a balanced management of animal and vegetation by constantly monitoring this relationship.

To restrict the advancement of grasslands in the Amazon, policies are needed to integrate various dimensions, such as the environmental, political and social dimensions. The intensification of land use only with greater structuring of the cattle-raising territory would be a way to be supported by public policies in view of sustainable production

CHAPITRE 5

Liens entre dégradation et conduite des parcs pâturés

Ce chapitre constitue le manuscrit d'un article qui sera soumis à la revue *Environmental Management*.

5.1 – Manuscrit

Analyse des liens entre l'hétérogénéité d'envahissement par les adventices et la diversité des conduites techniques des parcs pâturés chez des éleveurs bovins d'Amazonie Orientale.

5.1.1 - Introduction

La dégradation des pâturages est une problématique majeure dans les zones de colonisation en Amazonie orientale. Entre 50 et 65 % des pâturages semés dans cette zone serait engagé dans un processus de dégradation (Dias-Filho and Andrade, 2005; Ibrahim et al, 2010), caractérisé par l'envahissement des parcs par des adventices et une baisse de la production fourragère.

Les rythmes et les charges de pâturage jouent un rôle clé sur la compétition entre espèces et l'équilibre de la végétation (Marriott and Carrère, 1998; Holechek et al, 2001; Huguenin, 2008). Nous avons ainsi montré (chapitre 4) qu'il y a bien des liens entre le mode de conduite du pâturage, caractérisé de façon globale par l'éleveur à partir d'une enquête (nombre de parcs et de lots d'animaux, rythme de rotation, chargement...) et l'appréciation de l'éleveur de l'envahissement par les adventices de son espace pâturé. Notre échelle d'évaluation des liens entre conduite et état des pâturages était alors l'établissement. En restant à ce niveau d'évaluation, il est possible de distinguer des situations favorables (niveau d'équipements pastoraux, modalités de conduites, maîtrise technique et savoir-faire) et des situations défavorables ; les unes permettant un maintien des pâturages et les autres conduisant à leur dégradation. Cependant, l'appréciation de l'envahissement réalisé parc par parc a montré que

les éleveurs évaluent divers degrés de dégradation de leurs pâturages. Qu'en est-il réellement ? L'envahissement est-il très différent selon les parcs d'un même établissement ? Si cette hypothèse est vérifiée, il faut alors pouvoir expliquer les différences entre les parcs. Le degré d'envahissement est-il uniquement lié à l'âge du couvert : en situation défavorable telle que définie ci-dessus, un parc se dégrade de toute façon, la diversité inter-parcs étant liée aux différences de dates d'implantation des prairies semées ? Est-ce que d'autres facteurs peuvent expliquer cette hétérogénéité ? Nous faisons l'hypothèse que les parcs d'un même établissement ne sont pas conduits de façon identique (dans le cadre générale de la conduite décrite par l'éleveur) et que ces différences sont en lien avec l'état et la dynamique de la végétation sur les parcs. Si ces hypothèses sont vérifiées, cela signifie que l'analyse des liens entre conduite et dégradation des pâturages à l'échelle des établissements est insuffisante. Pour raisonner des modifications de pratiques pour avoir des pâturages plus durables, il conviendrait alors de travailler à l'échelle des parcs et non pas uniquement de diffuser les modes de conduite, décrits de façon globale en termes de nombre et taille de parcs, vitesse de rotation et charges au pâturage, jugés les plus favorables à un maintien de la végétation.

Le premier objectif de cette étude est donc tout d'abord de caractériser, par observation et non plus par appréciation par l'éleveur, l'état des parcs et la dynamique d'envahissement au cours d'une année, afin d'évaluer l'envahissement des pâturages à l'échelle de chaque parc pâturé. Le second objectif est de comprendre les liens entre l'état des pâturages en début d'année, les opérations techniques (pâturage par les animaux ou interventions pour lutter contre les adventices) au cours de l'année et l'état à la fin d'année (dynamique annuelle).

5.1.2 - Matériel et méthodes

L'étude a été menée dans le municpe de Belo Horizonte (5° 47' S, 48° 39' W), une localité d'Amazonie orientale (dans l'Etat du Para au Brésil). La dynamique agraire dans cette localité est caractéristique des fronts pionniers de l'Amazonie, avec une forte implantation de pâturages permanents après défriche de la forêt (De Reynal, 1999 ; Muchagata et Brown, 1999). La colonisation dans cette zone est déjà assez ancienne, avec des installations qui se sont multipliées au début des années 1980. Une diversité de systèmes de production, associant plus ou moins élevage bovin et autres activités agricoles, notamment des plantes pérennes, s'est mise en place. Les établissements de cette localité mettent en œuvre une variété de

modes de gestion des pâturages, aboutissant à des états divers de dégradation des pâturages perçus par les éleveurs (voir chapitre 4).

5.1.2.1 - Echantillonnage des établissements suivis

Pour analyser finement la conduite des pâturages dans cette localité, un échantillon de 7 établissements a été constitué (tableau 11). L'objectif de l'échantillon est de représenter la diversité des modes de gestion des pâturages ainsi que l'hétérogénéité de l'état des pâturages, décrites à l'aide d'une enquête auprès de 60 établissements situés dans deux localités.

Tableau 11 : système de production, conduite et état des pâturages pour les 7 établissements retenus dans l'échantillon

Eleveurs	Système de production	Trajectoire	Gestion du pâturage	État général des pâturages
A	Vers diversification	En évolution	Continue	Très envahi
B	Entre diversification et spécialisation	En évolution	Rotation lente	Très envahi
C	Vers spécialisation en élevage	En évolution	Rotation lente	Moyennement envahi
D	Diversifié	Stabilisée	Rotation lente	Moyennement envahi
E	Diversifié	Stabilisée	Rotation lente	Peu envahi
F	Petit spécialisé en élevage	Stabilisée	Rotation rapide	Propre
G	Grand spécialisé en élevage	Stabilisée	Rotation complexe	Peu envahi

Etat des pâturages : appréciation de l'éleveur relevé par enquête (2008)

Le mode de gestion continu du pâturage n'est plus pratiqué que par 25 % des établissements dans la zone, avec des résultats très variables en termes d'envahissement par les adventices. Un seul établissement a été choisi dans ce mode de gestion, avec un pâturage très envahi, pour

mieux comprendre les difficultés qui peuvent se rencontrer dans ce type de gestion. Au cours de l'année, cet éleveur a installé un nouveau parc et a commencé à pratiquer un pâturage alterné entre ses parcs. Le mode de gestion en rotation lente est le plus utilisé, dans 63 % des établissements enquêtés. Les résultats en termes d'envahissement sont également très variables dans ce mode de gestion. Quatre établissements ont été retenus, avec trois niveaux d'envahissement, de très envahis à peu envahis. Enfin, deux autres modes de gestion sont peu représentés dans la zone (12 % des établissements enquêtés), avec des rotations rapides et plus complexes, associées à des chargements plus élevés et des parcs peu envahis par les adventices. Deux établissements représentatifs de ces modes de gestion ont été retenus dans l'échantillon. L'un est une fazenda de grande taille, représentative de la gestion des pâturages dans des établissements avec un bon niveau d'équipements et la mise en œuvre des préconisations techniques élaborés par la recherche brésilienne, l'autre est en agriculture familiale. Les caractéristiques des 7 établissements retenus sont présentées au tableau 12.

Tableau 12: caractéristiques des 7 établissements suivis en 2009-2010

Eleveur	A	B	C	D	E	F	G
Surface totale	63	80	48	194	40	32	256
Proportion de forêt (%)	69	40	5	14	16	6	5
Proportion de cultures (%)	1	1	1	8	8	1	0
Proportion de pâturage (%)	25	40	67	80	47	97	93
Nombre de parcs	2	5	4	9	2	6	15
Taille moyenne des parcs (ha)	8	6,4	8	17,3	9,5	5,2	15,8
Taille du troupeau (têtes)	11	40	40	10	28	60	265
Nombre de lots d'animaux	1	2	2	3	1	2	3
Chargement (UA / ha paturé)	0,7	1,0	1,2	1,1	1,2	1,8	1,2
Nombre d'actifs	1,5	2	1	2	1	1	2

5.1.2.2 - Collecte des données

Un plan parcellaire a été dressé à l'aide d'un GPS (Global Position System), pour chaque établissement. Au total, 43 parcs de pâturage ont été décrits par leur taille, leur localisation, avec le calcul de la distance entre l'entrée du parc et le corral, l'équipement du parc en points d'eau, distributeur de sel et portes. Un entretien avec l'éleveur a permis de retracer les antécédents du parc : date d'installation ou de renouvellement, pratiques de contrôle des adventices fréquemment employées.

Deux relevés de végétation ont été réalisés à un an d'intervalle, en mars 2009 et 2010. Les mesures ont été faites au long d'un transect qui coupait diagonalement les parcs, de manière à appréhender la diversité de la végétation et couvrir l'ensemble de la toposéquence. Les transects étaient de longueur variable puisque les parcs variaient beaucoup en taille (de 1 à 38 ha). Les observations et mesures suivantes ont été effectuées : 1) observation visuelle de la proportion du recouvrement par les graminées semées, les adventices et le sol nu ; 2) hauteur des graminées ; 3) poids sec des graminées / ha ; 4) proportion de végétation verte. Le recouvrement a été évalué en 50 points d'observation équidistants le long de chaque transect, avec un degré de précision de 5%. Les autres paramètres ont été mesurés en 10 points.

Pendant un an, entre mars 2009 et 2010, un suivi des pratiques concernant la gestion des parcs a été mis en place, avec des passages chaque quarante jours. Les informations recueillies comprenaient la date d'entrée et de sortie des lots d'animaux des parcs, les changements dans la composition des lots d'animaux (pour des raisons de ventes, d'achats, de changements de catégorie...), les interventions pour contrôler d'adventices (incluant les intrants et la main-d'œuvre nécessaires).

A chaque passage, des entretiens ont été menés avec les éleveurs pour saisir leurs projets pour les parcs et leurs raisons de mise en œuvre des pratiques relevées au cours du suivi. Ces entretiens ont été des sources d'information importantes de divers ordres concernant la gestion des pâturages, le système d'élevage, la situation de la famille-exploitation. Ils ont été clé pour comprendre la logique des éleveurs suivis.

5.1.2.3 - Traitements des données

Concernant l'état et la dynamique de végétation, le taux de recouvrement des adventices a été retenu comme indicateur pour caractériser la dégradation des pâturages (Daget et Poissonnet, 1972 ; Nascimento Junior, 1998 ; Dias-Filho, 2003). Pour établir le niveau d'envahissement par adventices à l'échelle du parc, la moyenne des 50 points d'observation a été calculée pour chaque parc. Quatre classes d'état ont été distinguées, d'après la classification proposée par Daget et Poissonnet (1972) : recouvrement des adventices de moins de 12 % pour les parcs à très faible recouvrement ; de 12 à 25 % pour les parcs à faible recouvrement ; de 25 à 50 % pour les parcs à recouvrement moyen, plus de 50 % pour les parcs à fort recouvrement.

La dynamique de végétation entre 2009 et 2010 a été appréciée par la différence du recouvrement entre les deux dates. La dynamique des adventices a été considérée comme nulle lorsque la différence de recouvrement était de moins de 5 points. La liaison entre les classes de dégradation et l'âge des parcs a été testée par le test de Kruskal et Wallis, en distinguant cinq classes d'âge pour les pâturages (selon les dates d'implantation après défriche ou de renouvellement).

Pour les pratiques de conduite du pâturage, un calendrier a été dressé pour chaque établissement (figure 23), avec les parcs en lignes et les mois en colonnes. Un passage d'un lot d'animaux dans un parc est signalé par un rectangle, avec un code indiquant le lot d'animaux affecté à ce parc. Une analyse fonctionnelle de ces calendriers de pâturage a été réalisée (Moulin et al., 2001). Les lots étant affectés à un ensemble de parcs, les lignes des calendriers de pâturage ont été réarrangées de façon à mettre en évidence des blocs affectés à un lot d'animaux, déterminant une fonction pour ces parcs. Le test de Kruskal et Wallis a également été utilisé pour étudier les liens entre fonctions et caractéristiques des parcs (taille, distance au corral).

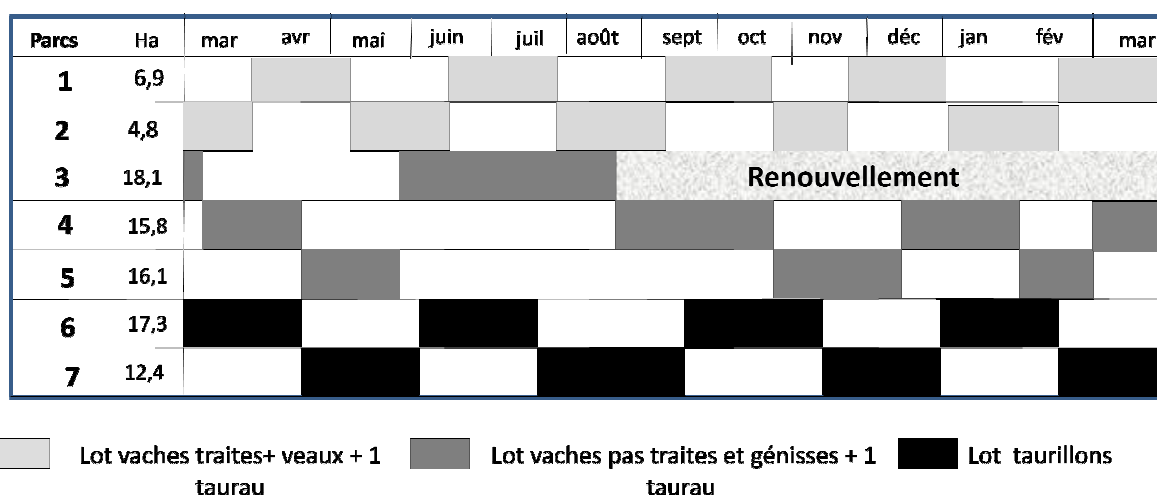


Figure 23: exemple de calendrier de pâturage synthétisant les informations recueillies sur le pâturage au cours du suivi

La conduite du pâturage d'un parc a été représentée par un graphique avec les jours en abscisses et le nombre d'UA en ordonnée (figure 24). Cette conduite est décrite par un ensemble d'indicateur. Le nombre de passages d'animaux dans le parc au cours d'une année est le premier indicateur : il varie entre 3 et 12. La durée moyenne des passages d'animaux au pâturage dans un parc et la durée moyenne des temps de repos entre deux passages d'animaux permettent d'apprécier la vitesse de rotation du lot d'animaux dans le parc. Les coefficients de variation (écart-type rapporté à la moyenne) des temps de pâturage et des temps de repos sont calculés pour évaluer la régularité de la rotation au cours de l'année. La densité instantanée de pâturage (nombre d'animaux, évalué en Unité Animale, soit un bovin adulte de 450 kg, mis au pâturage pendant un passage rapporté à la surface du parc alloué pour ce passage) a été calculée pour chaque parc et chaque passage. La densité moyenne a été calculée ainsi que le coefficient de variation, pour l'ensemble des passages dans un parc. Le chargement a été calculé par le nombre d'animaux présents en moyenne au cours d'une année dans un lot, en Unité Animal (UA), rapporté à la surface totale de l'ensemble des parcs d'un établissement affectés à ce lot. Une analyse visuelle de ces graphiques a permis de distinguer des conduites régulières (temps de pâturage, temps de repos et densité instantanée similaires au long de l'année, voir figure 24a) et des conduites irrégulières (figure 24b). Dans les conduites irrégulières, le niveau de chargement est une deuxième clé de tri.

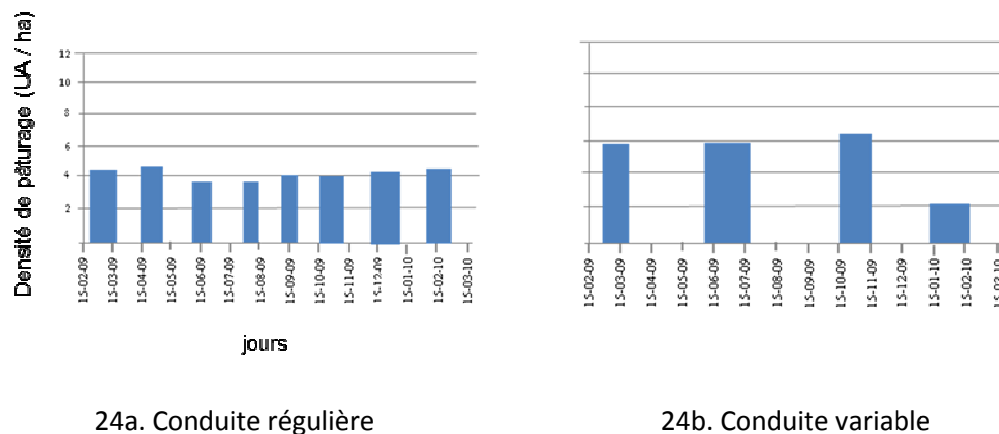


Figure 24 : exemple de conduites du pâturage pour 2 parcs

5.1.3 - Résultats

5.1.3.1 - État et dynamique de la végétation

Le recouvrement par les adventices présente une grande hétérogénéité selon les parcs. En 2009, une grande majorité (65 %) des parcs de l'échantillon sont peu envahis (recouvrement inférieur à 25 %) ; pour 16 % des parcs, le recouvrement par les adventices est compris entre 25 et 50 % ; celui-ci est supérieur à 50 % pour les 19 % de parcs restant. La variabilité inter-établissement du recouvrement est élevée (tableau 13) : certains établissements présentent des parcs plutôt propres en moyenne (11 %), pour d'autres les parcs sont en moyenne très envahis, jusqu'à 60 % de recouvrement moyen. Cependant, la variabilité intra-établissement est également très forte : au sein d'un même établissement, certains parcs peuvent être très peu envahis, avec un recouvrement de 3 à 10 %, alors que les parcs les plus envahis présentent un recouvrement de 45 à 90 % (tableau 13). Le niveau de recouvrement par les adventices n'est pas lié ($p=0,412$) à l'âge du peuplement semé (figure 25).

Tableau 13 : recouvrement des adventices dans les parcs de 7 établissements (mars 2009)

Etablissement	Nombre de parcs	Recouvrement moyen (%)	Recouvrement minimum (%)	Recouvrement maximum (%)
A	2	30	15	45
B	5	61	18	95
C	4	11	5	20
D	9	34	10	80
E	2	35	7	90
F	6	25	3	57
G	15	21	3	85

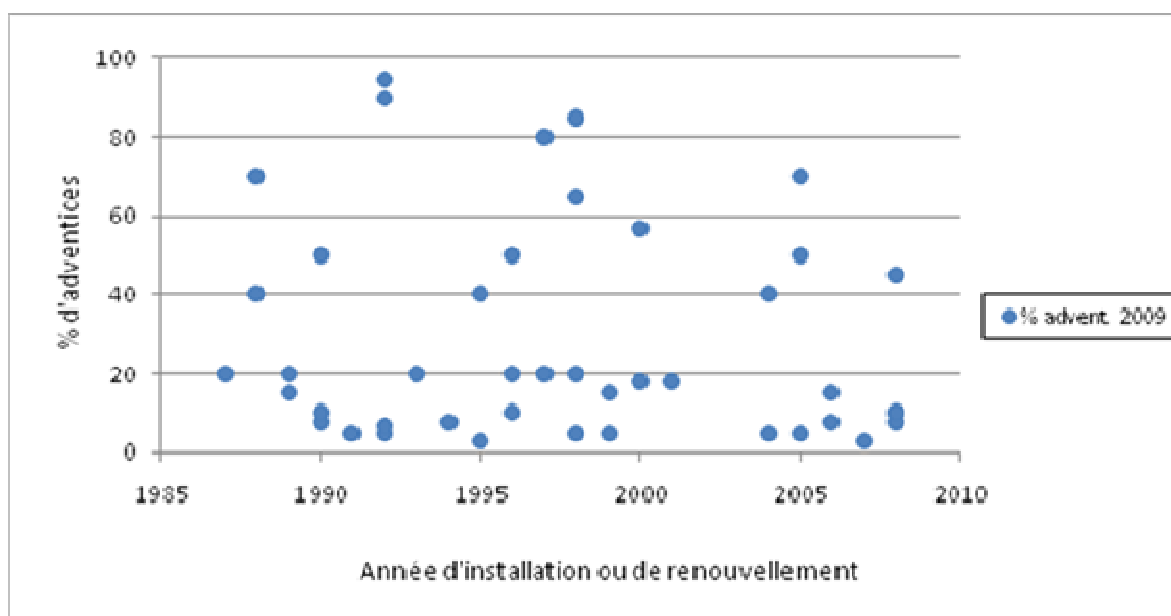


Figure 25 : recouvrement par les adventices en 2009 en fonction de la date d'implantation du couvert semé pour 43 parcs suivis.

Entre mars 2009 et mars 2010, l'évolution du recouvrement a été très variable. Pour la moitié des parcs (51 %), l'évolution du recouvrement a été nulle, avec des écarts de moins de 5 points au plus entre les deux dates. Pour 25 % des parcs, le recouvrement par les adventices a diminué (figure 26). La diminution peut être modérée (entre 10 et 20 points de différence de recouvrement) et concerne autant des parcs peu envahis en 2009 que des parcs très envahis.

La diminution peut également être forte (de 25 à 50 points de différence). Cette forte diminution est observée dans des parcs qui étaient moyennement envahis en 2009 (recouvrement de 40 à 60 %). Cette forte diminution du recouvrement est très souvent liée à des pratiques spécifiques : pour 8 parcs sur 11, les éleveurs ont mis en œuvre des interventions lourdes de lutte contre les adventices, avec des moyens mécaniques ou chimiques. Bien évidemment, une très forte diminution du recouvrement ($> 50\%$) est observée lorsque la végétation du parc est renouvelé (labour puis semis). Ceci concerne 5 % des parcs pour lesquels le recouvrement par les adventices était très important (supérieur à 80 %). Enfin, dans 19 % des parcs, le recouvrement a augmenté, soit de façon modérée (10 à 20 points de plus en un an), à la fois pour des parcs peu envahis ou très envahis, soit de façon très importante pour deux parcs (augmentation de 35 et 80 points) aboutissant à un recouvrement par les adventices de plus de 80 % en 2010.

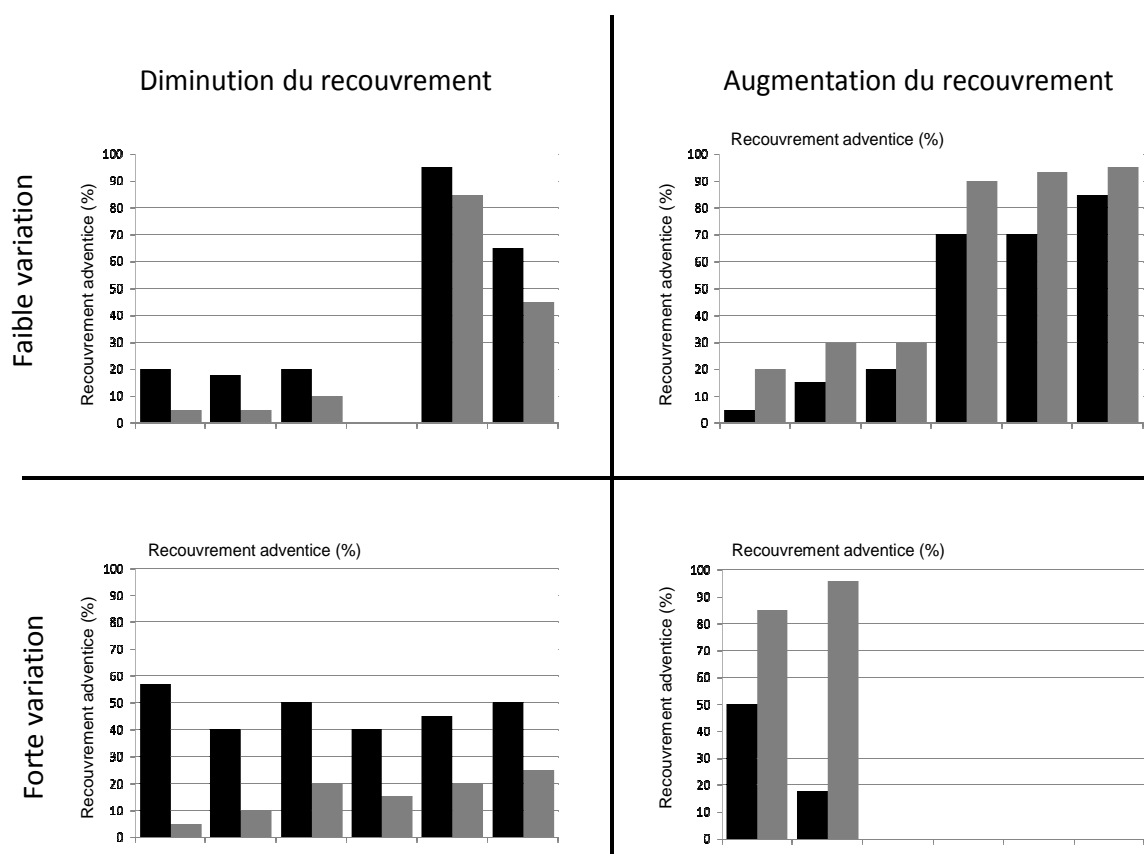


Figure 26: évolution du recouvrement par les adventices entre 2009 et 2010 pour les parcs présentant une variation d'au moins 5 points de recouvrement (19 parcs).

5.1.3.2 - Conduite du pâturage

Dans tous les établissements retenus dans l'échantillon, les parcs ont été utilisés dans des rotations, mobilisant de 2 à 5 parcs. Trois modes de conduite du pâturage sont distingués (tableau 14). Dans les conduites régulières, les parcs sont utilisés toute l'année avec à peu près le même chargement et les durées de pâturage et de repos similaires d'un passage à l'autre. D'autres conduites sont au contraire variables, avec de très forte variation des durées de passages et de repos et de la charge instantanée. Deux situations sont distinguées : une conduite variable avec une densité instantanée basse (5,8 UA / ha) ; une conduite variable avec une densité instantanée forte (10,9 UA / ha). Enfin, 5 parcs ne sont pas rentrés dans une rotation au cours de l'année, ils ont changés d'utilisation, notamment avant d'être rénovés (surcharge très importante par exemple, ou longue durée sans pâturage).

Tableau 14 : caractéristiques de trois conduites du pâturage (2009-2010)

	Régulière	Variable densité basse	Variable densité haute
Nombre de parcs	15	15	8
Nombre moyen de parcs par établissement associés dans une fonction	3,3	2,5	2,7
Nombre moyen de passages par parcs pendant un an	6	3	4
Durée moyenne d'utilisation lors d'un passage, en jours pour l'ensemble des parcs (<i>écart-type</i>)	20 (12)	47 (24)	32 (15)
Moyenne du coefficient de variation par parc de la durée d'utilisation, en %	8	51	48
Durée moyenne de repos entre deux passages, en jours (<i>écart-type</i>)	46 (5)	70 (37)	54 (12)
Moyenne du coefficient de variation par parc de la durée de repos, en %	16	49	23
Densité instantanée moyenne lors d'un passage, en UA / ha (<i>écart-type</i>)	5,0 (3)	4,6 (3)	10,2 (7)
Moyenne du coefficient de variation par parc de la densité instantanée, en %	13	49	56
Moyenne du chargement, en UA / ha	1,2	0,7	1,3

Coefficient de variation par parc : écart-type des valeurs pour un parc rapporté à la moyenne de la valeur pour un parc.

Pour les parcs qui n'ont pas subi d'intervention lourde sur les adventices, les conduites du pâturage régulière et variable avec une charge basse sont associées à une stabilité du recouvrement par les adventices : évolution de plus ou moins 5 points au maximum, sauf pour un parc, avec une diminution de 10 points (figure 27). En revanche, la conduite variable avec charge forte est systématiquement associée avec une dégradation du parc, le recouvrement par les adventices augmentant de 10 à 35 points entre 2009 et 2010.

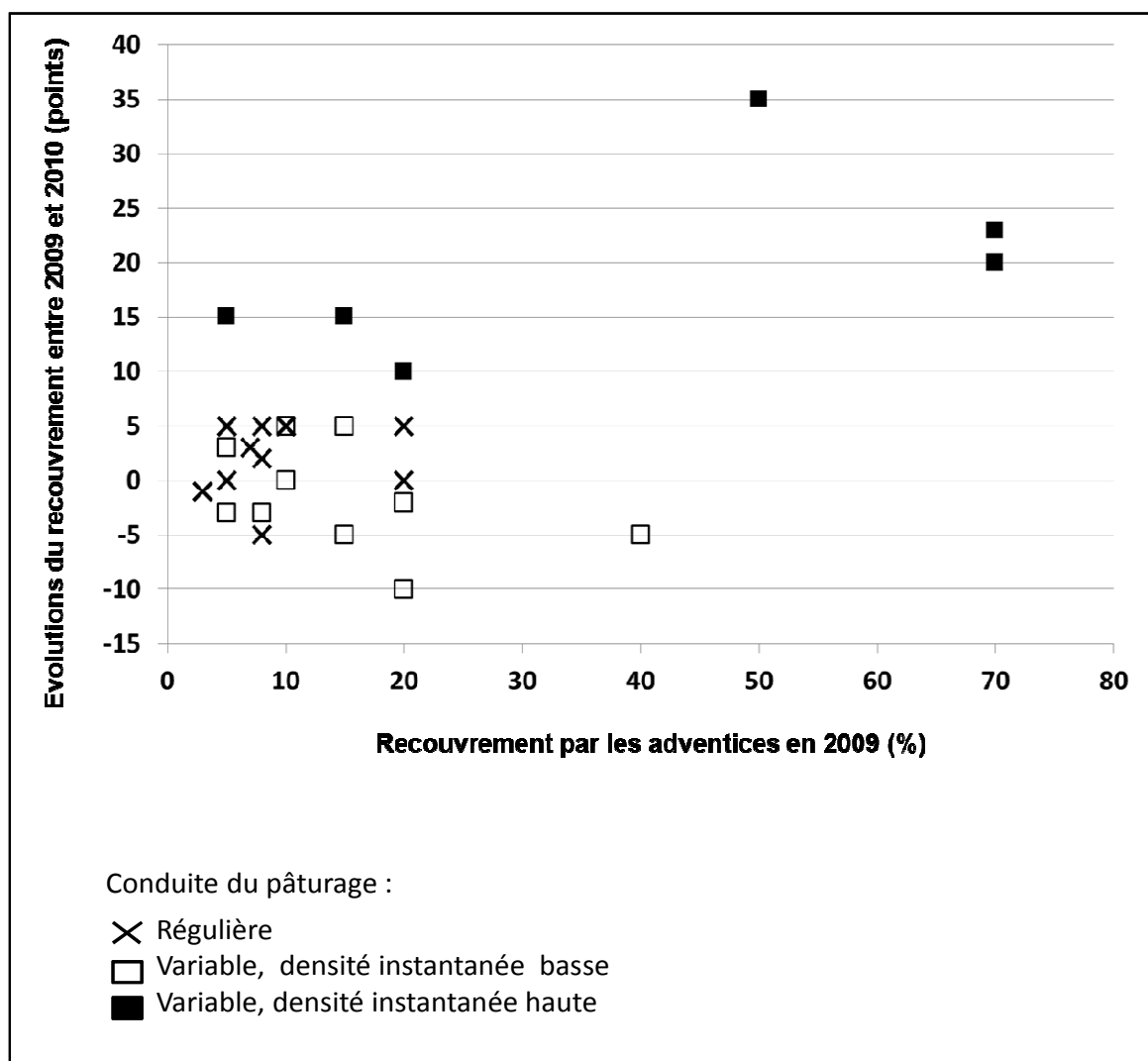


Figure 27 : évolution du recouvrement par les adventices entre 2009 et 2010, en fonction du recouvrement en 2009 et de la conduite du pâturage, pour les parcs ayant subi une intervention courante ou nulle sur les adventices (29 parcs).

5.1.3.3 - Fonctions et caractéristiques des parcs

Dans deux établissements, toutes les catégories d'animaux sont mises au pâturage ensemble dans un seul parc, avec une rotation sur 2 parcs : ces parcs sont utilisés en alternance tout au long de l'année, ils sont dits « *Multifonctions* » (tableau 15). Dans les cinq autres établissements, les éleveurs font des lots d'animaux, affectés à un ensemble de parcs. Ces parcs ont ainsi une fonction particulière, selon le type de lot. Les parcs « *Maternité* » ont pour fonction d'assurer la lactation ; ils sont pâturés par le lot constitué des vaches en lactation, avec leurs veaux et un taureau. Les parcs « *Entretien* » ont pour fonction d'alimenter les vaches tarées et d'assurer la croissance des génisses de renouvellement et éventuellement celles des veaux mâles. Les parcs « *Engraissement* » sont réservés pour la croissance des jeunes mâles, qui entrent dans ce lot après sevrage, à environ 7 mois et 100 kg, et sortent 2 à 3 ans après avec un poids d'environ 350 kg. Selon l'établissement, 2 à 4 parcs sont mobilisés pour la fonction « *Maternité* » ; ils occupent entre 13 et 22 % de la surface totale de pâturage de l'établissement. Les parcs « *Entretien* » occupent des surfaces beaucoup plus importantes, jusqu'à 87 % de la surface totale. Les parcs « *Engraissement* » ne sont présents que dans les 2 établissements qui présentent une surface importante, avec plus de 100 ha de pâturage, et un nombre de parcs élevés (9 parcs ou plus).

Tableau 15 : répartition des parcs selon leurs fonctions pour 7 établissements suivis en 2009-2010

Etab .	Surface pâturage (ha)	Nbre total de parcs	Fonctions des parcs							
			Multifonction		Maternité		Entretien		Engraisse- ment	
			n	Surface (%)	n	Surface (%)	n	Surface (%)	n	Surface (%)
A	16	2	2	100						
E	19	2	2	100						
F	31	6			3	22	3	78		
B	32	5			2	13	3	87		
C	32	4			2	21	2	79		
D	156	9			2	14	3	52	4	34
G	237	15			4	14	4	44	7	42

Etab. : Etablissement

n : nombre de parcs affectés à la fonction

Surfaces (%) : surface affectée à la fonction en pourcentage de la surface totale de pâturage dans l'établissement

Les caractéristiques des parcs sont différentes selon la fonction à laquelle ils sont affectés (tableau 16). Les parcs « *Maternité* » sont de petite taille, avec 5,3 ha en moyenne, et proche du corral où les animaux sont manipulés (traite en particulier), avec une distance moyenne de 100 mètres. Les parcs « *Engraissement* » et surtout « *Entretien* » sont plus grands ($p < 0,0001$) et plus éloignés ($p < 0,0001$). Ces parcs sont également moins souvent équipés en points d'eau et en point de distribution de sel. Les parcs multifonction, assurant la fonction « *Maternité* », sont également bien équipés et proche du corral.

Tableau 16: caractéristique des parcs selon leurs fonctions (7 établissements suivis, 2009-2010).

Fonction des parcs	Nbre de parcs	Taille (ha) Moyenne (écart-type)	Distance (km) Moyenne (écart-type)	Points d'eau (n/ha) Moyenne (écart-type)	Proportion de parcs équipés** (%)
Maternité	13	5,3 (3,3)	0,1 (0,1)	0,4 (0,1)	100
Engraissement	11	13,7 (4,4)	0,5 (0,3)	0,2 (0,3)	90
Entretien	15	16,6 (10,2)	0,8 (0,4)	0,07 (0,2)	60
Multifonction	4	8,8 (2,4)	0,2 (0,2)	0,5 (0,0)	75

*Distance : distance de l'entrée du parc au corral

**Equipement : abri pour distribuer du sel

1.5.3.4 - Déterminants des choix de conduite et dynamique de végétation

Les décisions de conduite sont prises selon l'organisation du territoire de l'établissement, la fonction des parcs lorsqu'ils sont spécialisés et l'état de la végétation. Pour les établissements avec un lot unique d'animaux conduits en alternance sur deux parcs, il existe peu de marge de manœuvre en termes de conduite du pâturage, celle-ci est très fortement déterminé par l'organisation du territoire et par la taille du cheptel. Les variations du chargement instantanée sur les parcs « *Multifonction* » dépend des entrées et sorties d'animaux du troupeau. Dans un des établissements, ces parcs sont de taille similaire, ce qui entraine une conduite régulière. Dans l'autre cas étudié, l'établissement est dans une phase de structuration du territoire, avec une croissance de la surface de pâturage et en suivant dui troupeau. Les parcs ont ainsi des

caractéristiques très différentes, en termes de taille et d'équipements, ce qui explique la conduite irrégulière, avec une densité instantanée faible.

Pour les établissements avec un territoire d'élevage plus équipés, au moins 4 parcs, un allotement est possible, avec une spécialisation des parcs selon des fonctions ; les marges de manœuvre sont alors plus importantes. Il faut distinguer deux situations : i) les parcs sont intégrés dans des rotations planifiées pour l'année ; ii) des parcs sont jugés comme ne pouvant plus rester dans une telle rotation et doivent subir une rénovation au cours de l'année. Ces parcs peuvent alors subir des pressions de pâturage très importantes (avec une densité instantanée jusqu'à 19, 2 UA/ha) avant d'être rénové. Le projet de rénovation du parc détermine donc des conduites particulières du pâturage. Dans le cas des rotations planifiées, il existe un lien entre les fonctions, l'état de la végétation et les choix de conduite du pâturage et des interventions sur les adventices (tableau 17). Les parcs « *Maternité* », sont en majorité (85 %) en bon état au début du suivi, avec un recouvrement par les adventices inférieur à 25 % en 2009. La conduite du pâturage est régulière dans 85 % de ces parcs. Associée à une absence ou un contrôle courant (63 % des parcs) des adventices, cette conduite régulière du pâturage permet un maintien d'un bon état de la végétation : 85 % sont toujours peu envahis en 2010. Les parcs « *Entretien* » sont fréquemment envahis par les adventices : 58 % des parcs présentent un recouvrement des adventices de plus de 25 %. Ces parcs sont toujours conduits en rotation irrégulière, avec des charges instantanées élevées dans un tiers des cas. Du fait de leur envahissement par les adventices, la moitié de ces parcs « *Entretiens* » subissent des interventions lourdes sur les adventices pour en réduire le recouvrement. En 2010, il y a donc eu amélioration de l'état de la végétation, seuls 42 % des parcs présentant un envahissement supérieur à 25 %. Comme les parcs « *Maternité* », les parcs « *Engraissement* » présentent un faible envahissement : 90 % des parcs ont un recouvrement inférieur à 25 % en 2009. Ces parcs sont conduits dans des rotations régulières (20 %) ou irrégulières avec un chargement instantané modéré. Etant donné leur bon état, ils sont l'objet d'intervention courante (90 % des parcs) sur les adventices.

Tableau 17 : recouvrement par les adventices en 2009 et 2010, conduite du pâturage et interventions sur les adventices selon la fonction des parcs pour 5 établissements avec des parcs spécialisés par lot d'animaux (35 parcs intégrés dans des rotations).

	Fonctions des parcs					
	Maternité		Entretien		Engrais.	
Nombre de parcs	13		12		10	
Répartition des parcs selon le niveau de recouvrement par les adventices (%)	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Très faible	62	62	8	25	60	50
Faible	23	23	33	33	30	50
Moyen	8	0	33	25	10	0
Fort	8	15	25	17	0	0
Répartition des parcs selon la conduite du pâturage en 2009-2010 (%)						
Régulière	85		0		20	
Variable – densité instantanée basse	15		67		70	
Variable – densité instantanée haute	0		33		10	
Répartition des parcs selon les interventions sur les adventices en 2009 – 2010 (%)						
Absence d'intervention	11		17		0	
Intervention courante	63		33		90	
Intervention lourde	26		50		10	

1.5.4 - Discussion

1.5.4.1 - Affectation des parcs à une fonction et conduite du pâturage

L'étude montre la conduite des parcs est liée à la fonction que leur attribue l'éleveur. L'état de la végétation dans le parc est à la fois la conséquence du choix de la fonction et de la conduite qui lui est associée, mais aussi une des raisons de l'affectation à une fonction. Les parcs maternités et les parcs engraissement, avec l'objectif d'offrir une ressource de qualité à des animaux à forts besoins, sont des parcs peu envahis par les adventices. Ce bon état est

maintenu sur de nombreuses années, certains de ces parcs étant installés depuis plus de 20 ans. La conduite du pâturage avec des séquences régulières de pâture/repos et un chargement instantanée stable permet de contenir l'envahissement par les adventices, sans avoir recours à des interventions lourdes d'entretien. En revanche, les parcs affectés aux vaches en entretien ou au renouvellement du troupeau, avec de moindres enjeux zootechniques, montrent des signes de dégradation plus importants. Les évaluations globales de la dégradation des pâturage menées à l'échelle de l'Amazonie (Dias Filho et Andrade, 2005) ne rendent pas compte de ces comportements différents selon les fonctions des parcs.

La taille et la localisation des parcs sont très fortement liées à la fonction que leur attribue l'éleveur. Les parcs « *Maternité* » sont proches du corral, réduisant les temps de parcours pour ramener les vaches pour la traite ou pour les soins. Au contraire les taries et les génisses sont affectés à des parcs plus éloignés. Cette organisation spatiale des parcs pâturés est très classique en élevage laitier, comme l'a montré Benoît (1985) pour des exploitations laitières en Lorraine, lorsque l'exploitation devient de taille importante ou que le parcellaire est morcelé. Les parcs « *Maternité* » sont également de plus petite taille que les parcs « *Entretien* ». Ceci peut s'expliquer par l'objectif de production visé sur ces parcs. Il y a un enjeu à bien maîtriser la dynamique de végétation sur les parcs « *Maternité* », à la fois à l'échelle de la saison, de façon à offrir une herbe jeune en croissance, au meilleure de sa qualité, pour soutenir la production des vaches en lactation, mais aussi à l'échelle interannuelle en limitant l'envahissement par les adventices, pour maintenir la valeur fourragère du couvert. Cette maîtrise est plus facile sur des parcs de petite taille (Holechek et al., 2001). Les enjeux de production étant moins forts pour les parcs « *Entretien* », l'investissement dans des clôtures supplémentaires pour faire des parcs plus petits, n'est pas jugé prioritaire par les éleveurs.

Les conduites régulières ou irrégulières du pâturage selon les parcs s'expliquent en grande partie par la gestion des lots d'animaux. Les vêlages sont répartis toute l'année. Ceci est tout d'abord liés à la conduite de la reproduction : les taureaux reproducteurs en permanence avec les vaches. La pousse de l'herbe étant assuré quasiment toute l'année, il n'y a pas de regroupements des vêlages liés à des périodes de restrictions et d'abondance alimentaire, comme cela peut se rencontrer dans d'autres situations d'élevage bovin en zone intertropicale, comme en Côte d'Ivoire par exemple (Landais, 1983). Cette répartition uniforme des vêlages au cours de l'année explique que le lot des vaches en lactation existe toute l'année, avec un effectif renouvelé au cours de l'année mais relativement constant. Ce lot d'effectif constant en

rotation sur 2 ou 3 parcs de taille similaire permet d'assurer une conduite régulière pour les parcs « *Maternité* ». En revanche, les ventes d'animaux dans les différentes phases de croissance (surtout les mâles), dépendantes des besoins de trésorerie, entraînent des brusques variations des effectifs du lot des jeunes en croissance et des vaches taries. La charge instantanée des parcs « *Entretien* » peut ainsi être très variables, avec des compensations par des ajustements sur les durées de pâture et de repos.

Cette étude a utilisé les concepts de l'analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation, développés par des équipes de recherche et de développement en France (Guérin et Bellon, 1989, Guérin et al., 1994, Moulin et al., 2001). Nous montrons tout l'intérêt de cette notion de fonction, appliquée en Amazonie. Cette méthode a été développée dans le cadre de systèmes d'élevage à composante pastorale, combinant une grande diversité de milieu (prairies cultivées, parcours plus ou moins boisés), pour assurer l'alimentation d'un troupeau au pâturage pendant une grande partie de l'année, dans un climat méditerranéen présentant de très forts contrastes saisonniers (température, précipitations). Dans ces situations, les calendriers de pâturage peuvent être très complexes. Les différents lots d'animaux, aux besoins fort ou faible, pouvant se succéder au cours de l'année dans un même parc ; de même deux types de ressources peuvent être combinés pendant une saison pour assurer l'alimentation d'un lot. Une fonction est alors à l'ensemble des ressources construites pour alimenter un lot durant une saison (Bellon et al., 1999). Les calendriers de pâturage analysés ici sont beaucoup plus simples. Les couverts végétaux sont relativement homogènes (prairies semées de longue durée).

Les parcs ne sont pas affectés à une fonction selon le type de couverts mais uniquement à partir de la configuration du territoire de l'établissement (organisation du parcellaire et équipement en clôture et points d'eaux). En cela, les situations amazoniennes se rapprochent plus de la période de mise à l'herbe dans les élevages herbagers en France (Josien et al., 1994), fondé sur le pâturage de prairies permanentes pendant 6-9 mois de l'année en climat tempéré. En climat équatorial, la pousse de l'herbe est régulière quasiment tout au long de l'année, permettant d'alimenter le troupeau toute l'année au pâturage. La question de la construction de ressources saisonnières (pour passer une saison sèche), en jouant sur des reports sur pieds, ne se pose alors pas, ce qui est également un facteur de simplification des stratégies d'alimentation, permettant d'allouer pour la durée de la saison de pâturage (ici, toute l'année) un ensemble de parcs à un lot d'animaux.

1.5.4.2 - Conduite du pâturage, lutttes contre les adventices et dynamique de végétation.

Plusieurs études ont démontré les liens étroits entre pratiques de conduite et état des pâturages (Veiga et Falesi, 1986 ; Balent *et al.*, 1993; Toppal, 2001 ; Huguenin, 2001 ; Dias-Filho, 2003). En particulier, Huguenin (2008) a montré en Guyane que des fortes amplitudes, répétées fréquemment, en matière de rotation, de charge instantanée, de durée d'utilisation et de durée de repos, entraînent une dégradation des couverts. Les observations relatées ici sont cohérentes avec ces études. Les parcs les plus envahis par les adventices sont des parcs de grande taille, soumis à des conduites du pâturage montrant de forte irrégularité dans la durée des temps de pâturage et des temps de repos, avec une charge moyenne forte. En revanche, les parcs plus petit, avec une conduite régulière, relevant de bonnes pratiques de pâturage ((Holechek *et al.*, 2001) ne montrent effectivement pas d'envahissement par les adventices. Cependant dans ce travail, les conduites irrégulières associées à une densité instantanée relativement basse (4,7 UA/ha) ne sont pas associées, pour l'année 2009, à une dynamique importante d'envahissement. La densité instantanée et le chargement moyen apparaissent donc comme des composantes majeures de la conduite. Nous faisons donc l'hypothèse qu'un ajustement de la charge pourrait compenser , au moins en partie et pour un certain temps, les effets de la variabilité des autres composantes de la conduite.

Dans un grand nombre de parcs suivis, les proportions relatives des espèces se sont maintenues, avec seulement avec une conduite régulière, sans un contrôle lourd des adventices (majorité des parcs « *Maternité* » et « *Engraissement* »). Cependant dans certaines parcelles, des changements importants ont pu être observés à un intervalle de temps très court. En un an seulement, la proportion d'adventices peut augmenter de plusieurs dizaines de points. Ceci a surtout été observé pour les parcs « *Entretien* ». Cette intensité de la succession végétale (définie selon MacMahon, 1980), est stimulée par les fortes précipitations, la température et la luminosité élevée (Bastos *et al.*, 1986). Elle a été fréquemment décrite dans des études menées en Amazonie (Desjardins *et al.*, 2000; Mitja *et al.*, 2008; Huguenin, 2008). Dans le cas de l'amélioration forte de la végétation, pour des parcs moyennement ou très dégradées, un contrôle lourd des adventices y est toujours associé. En effet, le tri effectué par les animaux au pâturage (principalement sur les graminées) facilite le développement des adventices, qui deviennent ainsi plus compétitives, surtout quand elles sont déjà en prédominance et qu'il y a une basse disponibilité de fourrage (Kemp et King, 2001). Par ailleurs, l'incidence de dégradation importante a été observée dans des pâturages soumis a des

utilisations intensives, soit en charge ou en durée de pâture. Le même effet d'utilisation intensive a été montré en Amazonie orientale par Uhl *et al.* (1988). Les prairies pâturées constituent donc un habitat à l'équilibre instable, dépendant directement de l'intervention de l'éleveur au travers de ses pratiques.

Concernant les dynamiques dans le long terme, il n'y a pas de lien entre l'âge du pâturage et le niveau d'envahissement par les adventices, comme cela a déjà rapporté dans d'autres études menées en Amazonie orientale (Desjardin, 2000). L'envahissement d'un couvert d'une prairie semée n'est pas un processus inéluctable et le maintien d'un équilibre de la végétation est possible à long terme. L'attribution d'un parc à une fonction, liée à des éléments d'organisation spatiale et d'équipement, est une décision de long terme. Elle détermine le type de lots d'animaux (à effectif plus ou moins stables dans le court terme) et la conduite du pâturage. Ainsi pour certains parcs, fonction et conduite peuvent se maintenir sur le long terme, en faveur du maintien du couvert fourrager.

1.5.4.3 - Différentes perceptions de la dégradation des pâturages

Selon l'indicateur choisi, l'évaluation de l'importance du phénomène de dégradation est différente. En classant les parcs selon leur degré d'envahissement et en appréciant la proportion de parcs non dégradés (envahissement par des adventices inférieure à 25 %), la situation des 7 établissements suivis peut être jugée comme bonne : 65 % des parcs sont peu envahis. Une autre évaluation peut être réalisée, en calculant un taux d'envahissement moyen pondéré par la surface des parcs. Pour les 43 parcs de l'étude, le taux de recouvrement moyen par les adventices est de 30 %). Cette différence d'appréciation s'explique par le fait que les parcs « Entretien », les plus envahis, sont moins nombreux mais trois fois plus grand en moyenne que les parcs « Maternité ». Les études menées en Amazonie Orientale emploient toujours une approche par les surfaces pour estimer la dégradation, perçue comme l'état prédominant des pâturages (Veiga et Falesi, 1986 ; Serrão *et al.* 1993 ; Dias-Filho et Andrade, 2005).

Des différences de perceptions de l'état des ressources naturelles sont possibles selon les définitions, les indicateurs, les échelles employés. Mais par-dessus de tous, la dégradation des ressources, comme tout autre problème, dépend du point de vue et du sens qui lui est donné

(Darré, 1993). Les études de Figuié (2001), menées dans les Cerrados au centre du Brésil, ont montré les variations de sens donné à la dégradation, selon les acteurs impliqués. Pour cet auteur, la dégradation ne prend de sens que par rapport aux fonctions attribuées aux ressources considérées, fonctions socialement définies et situées.

Parmi les diverses manières possibles d'apprécier l'état des pâturages, il nous paraît pertinent de prendre en compte le point de vue de l'éleveur, qui est le décideur des conduites, et détermine ainsi en partie l'évolution de la végétation. Nous avons montré que les parcs sont plus ou moins importants dans la stratégie de l'éleveur, selon les fonctions qu'il leur attribue. C'est par rapport à cette importance que les éleveurs perçoivent leurs pâturages. Les parcs les plus dégradés sont intégrés dans une fonction d'« *Entretien* » qui ne constitue pas un enjeu majeur pour le fonctionnement du système. Les éleveurs anticipent qu'en cas de perte du contrôle sur l'envahissement, ces parcs peuvent être récupérés, voir renouvelés. En revanche, maintenir quelques parcs en bon état est primordial pour la fonction « *Maternité* » (voire « *Engraissement* ») et les plupart des éleveurs réussissent à le faire. Pour les éleveurs, l'augmentation des adventices et en conséquence la diminution de la production fourragère ne pose pas problème si elle ne compromet pas la capacité du pâturage de satisfaire une utilisation particulière, qui peut être plus ou moins exigeante en terme productif. C'est dans cette perspective que Hostiou (2003) conclue qu'en Amazonie la dégradation des pâturages n'est pas la contrainte majeure pour la durabilité et la reproductibilité des élevages laitiers herbagers.

1.5.4.4 - Stratégies d'utilisation du territoire dans les exploitations d'élevage

L'analyse des seules pratiques de pâturage pour quelques parcs montre que dans certains cas les éleveurs parviennent à prévoir à l'avance leurs modes de conduite, en établissant un plan d'action, avec des durées d'utilisation et de repos des pâturages préfixées, avec bien sûr des ajustements possibles. C'est le cas des parcs « *Maternité* », « *Engraissement* » et parfois « *Entretien* ». La notion de modèle d'action (Cerf et Sebillotte, 1988; Duru et al., 1988; Sebillotte et Soler, 1990), permettant de construire une représentation de l'organisation des décisions, vue comme un plan et des ajustements (pour la conduite d'une sole de culture, d'un système fourrager, d'un chantier de récolte...) pourrait alors être pertinente pour analyser ces enchaînements de décision organisant le pâturage d'un lot d'animaux affecté à des parcs. Pour

certaines parcs en revanche, la conduite est très irrégulière au cours de l'année et ne semble pas pouvoir s'intégrer dans le cadre d'une planification préalable. Il est ainsi difficile de faire exprimer par les éleveurs une planification prévisionnelle de l'utilisation par le pâturage de l'ensemble des parcs, certains événements déterminant les choix de conduite étant trop incertains (baisse importante de l'effectif d'animaux suite à des forts besoins de trésorerie, dérive importante du couvert d'un parc...). Cependant, il est possible de dégager des stratégies-réalisées (Mintzberg, 1985, cité par Girard, 1995) par l'analyse ex-post de l'ensemble des actions de gestion des parcs. Mais pour dégager des stratégies, il convient de ne pas restreindre l'analyse aux seules pratiques de pâturage, considéré sur un cycle annuel. Etant donné les dynamiques de végétation qui peuvent être très rapide, les éleveurs doivent prendre, dans le cadre de leur système d'alimentation, des décisions de rénovation ou de renouvellement (labour puis nouveau semis) des parcs qui remettent en question leurs plans de pâturage. Ces décisions sont prises dans un moyen terme qui dépasse celui de l'année. Ainsi nous avons pu identifier un projet pour tous les parcs. Ces projets concernaient : i) le maintien du parc dans une fonction, l'état du couvert étant jugé satisfaisant pour cette fonction ; ii) une sur-utilisation de certains parcs à un moment donné, en prévoyant un renouvellement, iii) l'installation d'un nouveau parc, nécessitant une ré-organisation circonstancielle de l'utilisation des autres parcs de l'établissement.

Finalement, il est possible de dégager trois grandes stratégies d'utilisation du territoire, s'inspirant de la grille proposée par Girard et al. (2001), en combinant à la fois la configuration et l'équipement du territoire d'élevage et les pratiques de conduite du pâturage, de luttés contre les adventices, de rénovation ou renouvellement des parcs.

Dans une première stratégie (figure 28), le territoire est configuré avec deux (ou trois) parcs autour du corral. Le troupeau est conduit en un seul lot, avec toutes les catégories d'animaux, avec un pâturage alterné des 2-3 parcs. Les parcs sont de petite taille et la maîtrise de l'envahissement est à peu près assurée.

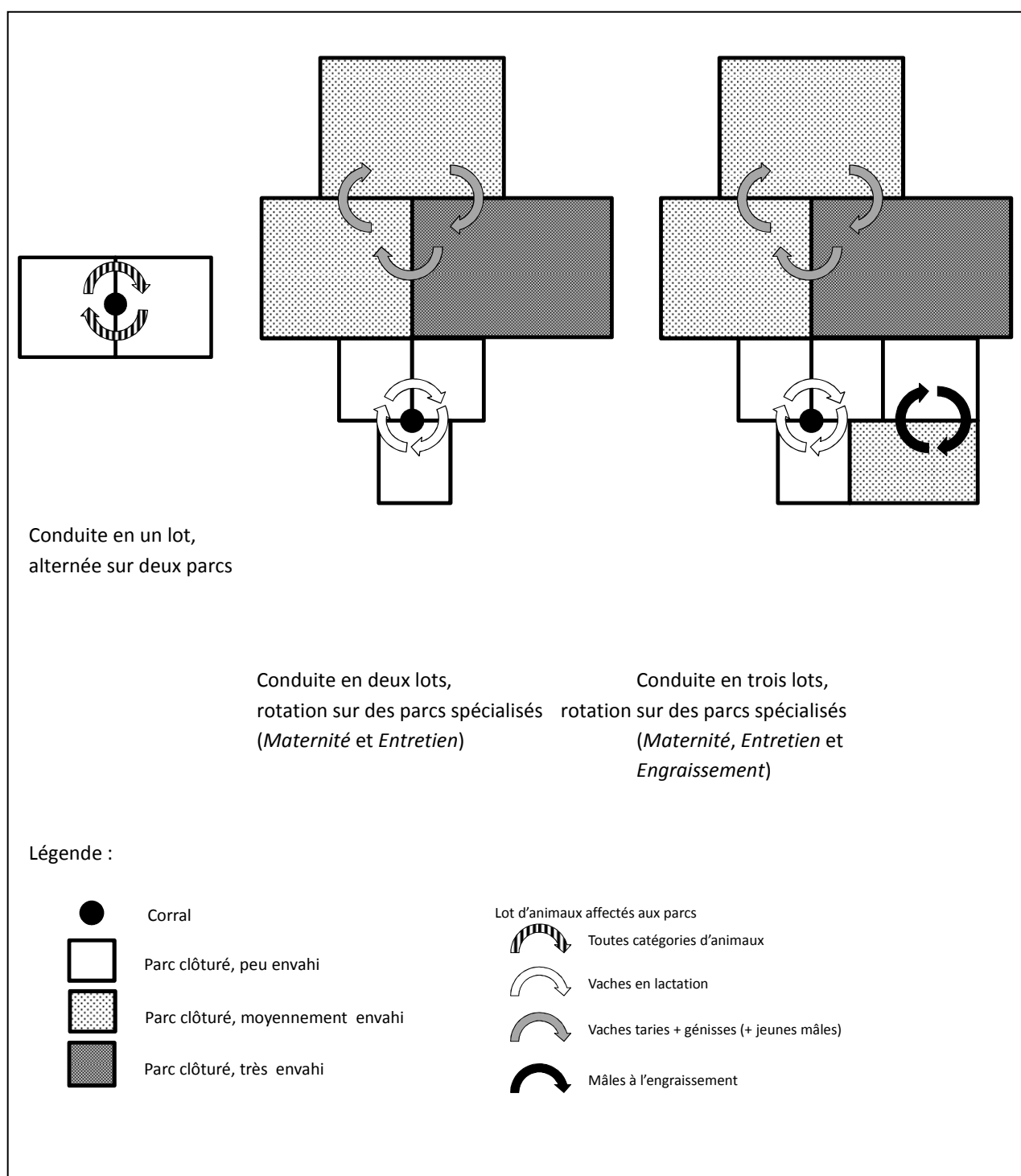


Figure 28 : trois stratégies d'utilisation du territoire dans les élevages bovins naisseurs de Belo Horizonte en Amazonie orientale (Para, Brésil).

Dans une deuxième stratégie, le territoire est organisé avec un centre et une périphérie. Au centre, le corral avec deux ou trois parcs de petite taille, affecté à la fonction « *Maternité* » pour le pâturage des vaches en lactation. L'envahissement par les adventices est maîtrisé grâce au pâturage et un entretien de base. La périphérie est organisée en 2 ou 3 parcs de

grande taille, affecté à la fonction « *Entretien* » pour le pâturage des vaches taries, des génisses de renouvellement et des jeunes vendus à des âges variés et dans des états d'engraissement divers, selon les besoins de trésoreries. Les parcs sont ici souvent envahis par des adventices, en raison notamment d'une conduite irrégulière du pâturage et d'une charge plutôt forte. Certains parcs sont tellement envahis, qu'ils doivent être rénovés. Ils sont alors sur-utilisés avant d'être rénovés (lutte contre les adventices avec un entretien lourd) ou complètement renouvelés (labour et resemis). Leur retrait temporaire (plusieurs mois) de la rotation accentue le côté irrégulier de la conduite sur les parcs restant pour assurer la fonction « *Entretien* », ce qui n'est pas favorable à un maintien du couvert dans ces parcs.

Dans une troisième stratégie, le territoire est organisé en trois blocs de parcs, assurant chacun une fonction pour les trois lots du troupeau (vaches en lactation, taries et génisses, jeunes mâles à l'engraissement). Les parcs « *Maternité* » sont toujours de petite taille, au centre, autour du corral. Les parcs « *Engraissement* » sont de taille un peu plus grande, dans un deuxième cercle. Ce sont des parcs avec en général une bonne maîtrise du couvert. Des dérives sont possibles, mais un entretien lourd est alors mis en place, pour revenir à un niveau d'envahissement correct pour cette fonction d'engraissement. Enfin, les parcs « *Entretien* », de grande taille, se retrouve à la périphérie comme dans la stratégie précédente.

Deux grandes stratégies de lutte contre l'envahissement par les adventices peuvent être distinguées. Pour les parcs avec enjeux forts de production zootechniques, le couvert de graminées est maintenu grâce à une conduite adaptée du pâturage. Pour les parcs avec de moindres enjeux, un niveau d'envahissement plus élevé est jugé tout à fait acceptable et dans le cas d'une dérive forte, un entretien lourd ou une rénovation est mis en place. La combinaison de ces stratégies permet d'une part d'assurer la production du noyau reproducteur du troupeau (reproduction et lactation) sur le centre du territoire et d'autre part de permettre une gestion flexible des effectifs (Nozières et al., 2011) sur le reste du troupeau en sacrifiant parfois certains parcs de la périphérie. Une alternative pour assurer un meilleur contrôle de la végétation sur la périphérie serait de faire des parcs de taille plus petite et homogène et d'assurer des rotations de pâturage sur un plus grand nombre de parcs. Une évaluation plus complète de cette alternative devra être réalisée.

D'un point de vue économique, il faudra comparer les coûts liés à la rénovation ou renouvellement de certains parcs par rapport à l'investissement en clôture pour recouper les grands parcs de la périphérie. Il faudra également comparer ces deux solutions d'un point de

vue des mouvements de trésorerie nécessaires ou de l'accès au crédit : même si le coût de la rénovation de plusieurs parcs sur le long terme est finalement plus important que l'investissement en clôture, celui-ci doit se faire en une seule fois. Une attention devra également être apportée au travail nécessaire, avec d'une part des interventions sur les couverts qui peuvent être assurées par de la main d'œuvre temporaire et d'autre part de plus nombreuses manipulations de lots d'animaux, assurées par la main d'œuvre familiale.

Cette analyse fonctionnelle, replaçant la gestion des parcs dans des stratégies identifiées, permet ainsi de mieux raisonner l'intérêt d'innovations en matière de systèmes fourragers. Par exemple, pour les parcs « *Maternité* », où la conduite et l'équilibre de la végétation sont contrôlés, l'introduction de légumineuse serait adaptée et permettrait une amélioration de la qualité de l'alimentation pour les vaches. Ce changement ne serait pas acceptable pour les parcs « Entretien ». Pour ces parcs, il est prioritaire de pouvoir mieux contrôler les durées d'utilisation et de repos, en réorganisant le territoire sur des parcelles plus petites et de taille plus homogène.

1.5.5 – Conclusion

Cette étude a montré que l'état des pâturages dépend de sa fonction, car au sein d'un établissement les parcs ont des rôles plus ou moins importants pour les objectifs de l'éleveur. La fonction des parcs fonde les décisions de l'éleveur quant à la mise en oeuvre des pratiques de conduite des animaux au pâturage.

Il a été repéré des modes de conduite qui permettent de maintenir l'état de la végétation. Durant le suivi d'une année, plusieurs parcelles n'ont pas montré de changement sur le recouvrement en adventices. Ce maintien de la production fourragère se manifeste également à long terme, dans le cas de pâturage de plus de vingt ans qui sont toujours en bon état. Les éleveurs ont ainsi le savoir-faire concernant une gestion durable des pâturages, mais, comme il s'agit de systèmes récents, ils n'ont pas la maîtrise de tout le territoire d'élevage

Les modes de conduite réguliers, concernant la durée d'utilisation et de repos et la charge animale, sont les plus favorables au maintien du recouvrement par les espèces fourragères. Ces modes de conduite ont été plus utilisés sur les parcs qui ont la fonction « *Maternité* ». Ces parcs « *Maternité* » sont très fréquents. Ils sont présents chez tous les éleveurs naisseurs qui

ont découpé leur espace en plusieurs parcs. Mais sont de taille plus petite que les autres. En conséquence, lors d'une évaluation générale de l'ensemble des pâturages d'un établissement ou d'une région, ils deviennent imperceptibles.

Nos études corroborent le fait que la dégradation des pâturages est une question importante en Amazonie Orientale. Cela dit, nous questionnons l'importance de cette problématique à l'échelle de l'exploitation, les éleveurs ne conférant des préoccupations que dans des parcs particuliers, pour lesquels ils recherchent des pâturages de haute productivité. Dans une perspective d'aide à la décision, l'évaluation des pâturages doit être suffisamment fine pour prendre en compte les fonctions que les éleveurs attribuent aux parcs.

L'originalité de cette étude tient au fait qu'elle considère le point de vue des éleveurs, à travers l'analyse des pratiques d'utilisation des pâturages. L'intérêt de tenir compte des projets des éleveurs/agriculteurs ne concerne pas seulement l'Amazonie et la problématique autour de la dégradation des pâturages, mais s'adresse d'une façon plus large à toute recherche dans le domaine agricole.

CHAPITRE 6 :

Discussion – conclusion générale

Ce dernier chapitre a pour objectif de revenir sur les principaux résultats et sur les méthodes employées, au regard des questions de recherche posées au départ de la thèse. Nous présenterons également une mise en perspective d'ensemble des résultats, en reliant les différentes parties et en montrant leur cohérence globale. Nous analyserons ensuite la capacité de l'étude, et des démarches employées, à permettre une compréhension des choix de pratiques des éleveurs. Cette analyse sera tournée aussi de façon à préciser la nature des connaissances scientifiques produites dans ce travail, ainsi que leurs possibles utilisations pour le développement. Enfin, nous présenterons les perspectives envisagées en termes de nouveaux domaines de recherches et de développement, en vue d'une réduction de la dégradation des pâturages.

6.1. Synthèse des principaux résultats

De nos résultats, il ressort que plusieurs facteurs sont impliqués dans les choix des éleveurs quant à la conduite de leurs pâturages. Ces facteurs interagissent mutuellement à différents niveaux de temps et d'espace. L'analyse de l'emboîtement de ces niveaux et de leurs interactions a constitué notre clé de compréhension des raisons de certaines pratiques. La durabilité des pâturages, évaluée au travers de la dynamique d'envahissement par les adventices, constitue à la fois un facteur de choix des conduites et un élément d'appréciation des conséquences des conduites mises en œuvre.

A une échelle large, le contexte agraire a stimulé une augmentation du cheptel bovin régional, ce qui, à un certain moment, est devenu incompatible avec les surfaces fourragères disponibles, conduisant à la dégradation des pâturages. Cette évolution s'est produite sur un pas de temps relativement long, entre 12 et 18 ans après l'installation des exploitations. Au cours de cette période, changer fréquemment de conduite des pâturages constituait un aspect commun des systèmes d'élevage étudiés. Une telle instabilité des pratiques est caractéristique

des systèmes en installation. Si tous les pâturages étudiés sont passés au moins temporairement par une phase de dégradation, les chemins conduisant à cet état ont pu être très différents. Des situations de sous charge ou de surcharge animale étaient courantes, et alternaient dans le temps de façon cyclique, cumulant des effets négatifs sur les pâturages. Il est largement décrit par la littérature que ces deux situations affectent de façon importante l'équilibre du couvert fourrager (Holechek *et al.*, 1998 ; Topall, 2001, Dias-Filho, 2003). Cet effet est encore plus important quand il y a une oscillation fréquente des niveaux de charge (Huguenin, 2008), comme cela a été repéré par notre étude. La charge résulte de différentes pratiques de conduite du pâturage (durée d'utilisation et de repos, quantité et type d'animaux affectés par surface), donc son oscillation signifie aussi des changements réguliers de plusieurs pratiques.

Sur les fronts pionniers Amazoniens, en situation de fortes incertitudes et de faible infrastructure, l'élevage bovin est important pour la consolidation et la pérennisation des systèmes de production, comme a montré Ferreira (2001). Cela explique l'augmentation du cheptel, chez tous les éleveurs enquêtés. Dans la plupart des cas, il s'agit d'agriculteurs familiaux qui constituent leurs cheptels et leurs pâturages progressivement, car ils n'ont pas la force de travail et la trésorerie suffisantes, au moment où ils démarrent leur activité d'élevage, pour semer de grandes surfaces de pâturage et acquérir un cheptel conséquent. Même les "fazendeiros" ont accru le nombre d'animaux graduellement, au rythme des possibilités d'installation des pâturages, avançant cependant plus rapidement que les agriculteurs familiaux, grâce à leur capacité d'investissement. Dans ce cas, la déforestation pour installer des pâturages se faisait par grands blocs, au contraire des agriculteurs familiaux pour lesquels le processus est progressif.

Cependant, la dynamique d'augmentation du cheptel dépendait de la disponibilité en surfaces de forêt pour l'implantation de nouveaux pâturages après défriche. Le recul progressif puis la disparition de la forêt a interrompu ce processus, entraînant une crise générale des systèmes d'élevage. En effet, dans les systèmes de gestion du pâturage la déforestation a été pendant longtemps fondamentale, car le principe était d'étendre le territoire d'élevage, plutôt que de l'entretenir ou l'améliorer. La crise des pâturages s'est manifestée par une intense dégradation, sur l'ensemble des exploitations suivies, mais pendant une période limitée. Des changements décisifs ont dû être mis en œuvre, d'abord avec une diminution du nombre d'animaux. Par la suite, la plupart des éleveurs ont, dans une certaine mesure, intensifié l'utilisation des surfaces de pâturage, par leurs divisions en parcs plus petits, généralement devenus spécialisés sur une

fonction précise. Cette période d'intenses problèmes sur les pâturages touchant simultanément un ensemble d'exploitations est spécifique de Belo Horizonte. Mais, à Agroextrativista comme ailleurs en Amazonie, on observe des pâturages en différentes phases de dégradation. L'ancienneté de la colonisation à Belo Horizonte est un élément d'explication de la survenue de ce moment de crise. De ce fait, la dynamique de mise en pâture et de croissance du cheptel est bien avancée, ainsi que les problèmes qui en ressortent. Cela laisse prévoir que si dans d'autres endroits des changements de principe et de stratégie d'augmentation du cheptel ne sont pas mis en place ils risquent de parvenir à une crise généralisée des pâturages. Les difficultés vécues à Belo Horizonte, ainsi que les solutions mises en œuvre par les éleveurs doivent servir d'apprentissage pour d'autres communautés.

Les mutations caractéristiques du contexte agraire des fronts pionniers influencent des transformations importantes au niveau des systèmes de production et d'élevage, ce qui se répercute sur la conduite des pâturages. Ces systèmes sont récents et pour autant sont sujets à des changements inhérents à leur installation. La structuration externe (concernant les routes et les filières, par exemple) et interne (comme les bâtiments, les clôtures et l'exploitation agricole des surfaces) au fur à mesure du développement de la colonisation ont provoqué des changements de pratiques avec des impacts sur les pâturages. Un exemple de changement au niveau des systèmes d'élevage est le passage de la production bovine d'un système naisseur, typique d'une phase initiale d'installation, à un système mixte où le lait est commercialisé en plus du veau. La plupart des exploitations ont beaucoup changé au long du temps aussi quant à la diversification de l'utilisation des surfaces, variant entre forêt, pâturages, cultures vivrières et pérennes. Toutes les exploitations étudiées ont présenté des changements, mais les intensités et le sens de ces transformations ont été différents. Certains changements se font progressivement et dans un sens précis, soit vers la spécialisation en élevage ou vers une diversification entre élevage et pérenne, ce que nous avons classé comme trajectoire stable. Un autre type de trajectoire, classée comme changeante, présente des oscillations brusques d'orientation, tantôt vers une spécialisation et tantôt vers une diversification

Nos résultats ont démontré que ces trajectoires des systèmes de production ont des fortes relations avec l'état de l'ensemble des pâturages des exploitations. Les systèmes à trajectoires stables parviennent plus facilement à maintenir un équilibre entre le nombre d'animaux et les surfaces de pâturages, ce qui est favorable pour la végétation. Le principal avantage de ces systèmes réside sur le fait qu'ils parviennent plus rapidement à organiser le territoire d'élevage. Ils installent les pâturages de façon raisonnée par rapport à la production animale,

de façon que leurs superficies ne soient pas une source supplémentaire de déséquilibre du système. Ainsi, les modes de gestion des pâturages sont aussi plus stables. Les exploitations à trajectoire changeante, où la dégradation est plus importante, ne sont pas parvenues à une telle stabilisation de leurs systèmes. Les familles-exploitations concernées ont plus de difficultés quand à un ensemble de facteurs qui s'accumulent et se combinent. Ils sont relatifs surtout à la disponibilité de main-d'œuvre et de capital et à des événements imprévisibles de la vie familiale (comme maladies, divorces, morts). En dehors de ces situations liées au système famille-exploitation, la stabilisation de la trajectoire dépend d'un projet productif bien défini et stable. Ce projet contribue à ce que les agriculteurs donnent une direction précise à leur exploitation.

Des exploitations aux systèmes de production différents (spécialisés en élevage ou diversifiés) présentent des modes de gestion du pâturage similaires. Le fait que les systèmes de production se fondent sur l'élevage comme activité exclusive ou qu'il soit associé à d'autres activités ne limite pas les modes de gestion. Au début de l'étude, nous avons supposé que des activités agricoles diversifiées pouvaient déterminer des modes de gestion des pâturages plus simples, par des limitations de main-d'œuvre ou de capital, du fait de la concurrence entre activités. Mais nos résultats ont démontré que les différents modes de gestion des pâturages sont pratiqués dans tous les systèmes de production en agriculture familiale. Les différences de gestion des pâturages sont beaucoup plus marquées par les trajectoires des exploitations et leur stabilité, que par leurs fonctionnements à un moment donné. Les difficultés pour mettre en œuvre des modes de gestion plus complexes ont pu être surmontées. Au contraire, les trajectoires changeantes aboutissent à des formes d'organisation du territoire d'élevage qui restreignent les marges de manœuvre quant à la gestion des pâturages, soit par son structure (avec peu de parcs) ou par ses fréquentes oscillations.

Nous concluons que l'importance de la dégradation des pâturages en Amazonie orientale a des relations avec le contexte de carence typique des fronts pionniers. Ces carences ne sont pas relatives seulement à l'infrastructure, mais elles concernent aussi la sécurité publique, les liens sociaux, la préparation des familles à travailler dans l'environnement difficile et fragile de l'Amazonie. Malgré les évolutions du contexte dans le temps, il reste encore précaire et ces difficultés marquent la trajectoire de consolidation des familles-exploitations dans ce nouveau territoire. Ainsi, le développement socioéconomique régional peut contribuer à la durabilité des pâturages.

A une échelle spatiale plus fine, nous avons identifié des conduites assez différentes entre les parcs d'un même établissement, ce qui se traduit par une grande hétérogénéité de l'état de la végétation. Ces différentes conduites ont été établies par l'éleveur selon l'organisation de son territoire d'élevage, de la fonction des parcs et de l'état de la végétation. Quand le territoire d'élevage est structuré en plusieurs parcs, la conduite du troupeau au pâturage est établie autour de fonctions spécifiques pour chaque parc. Les parcs avec un fort enjeu pour le maintien du système présentent une conduite régulière quant à la durée d'utilisation et du repos, ainsi que la charge animale. Ils étaient en grande majorité en bon état tant en 2009 qu'en 2010. La plupart sont des parcs « *Maternité* », mais aussi les parcs « *Engraissement* ». Les autres parcs, (« *Entretien* » et « *Multifonctions* »), ont généralement des conduites irrégulières, avec de fortes variations des durées de passage et de repos et de la charge. Ces parcs à conduite irrégulière présentaient un couvert fourrager moins favorable que les parcs « *Maternité* » et « *Engraissement* ».

Toutes les exploitations retenues dans l'échantillon avaient au moins un parc en bon état en 2009. Couramment ces parcs étaient de petite taille ce qui est caractéristique des parcs avec des fonctions clés, comme les parcs « *Maternité* ». Ainsi, lorsque l'envahissement est évalué en nombre de parcs propres ou non, une majorité de parcs sont en bon état. En revanche, lorsque l'évaluation est faite en pondérant l'état des parcs par leur surface, une majorité des hectares sont dégradés. Mais cela prouve que les éleveurs ont des connaissances sur des modes de conduite capables de maintenir le recouvrement des pâturages par des espèces fourragères. Ceci démontre la faiblesse autour d'un préjugé répandu dans le milieu de l'assistance technique, sur le manque de connaissance des éleveurs de la région pour gérer convenablement des pâturages.

Les éleveurs privilégient quelques parcs, car ils n'ont pas forcément les moyens ou intérêt à maîtriser tout le territoire d'élevage. Ils admettent un envahissement des pâturages sur les parcs utilisés par des animaux qui ont une exigence alimentaire moins importante. L'envahissement par les adventices ne constitue pas une préoccupation particulière pour les éleveurs, tant qu'il ne concerne pas de parcs particulièrement importants, comme les parcs « *Maternité* ». De la même manière, l'envahissement ne devient critique que quand les pâturages ne supportent plus les niveaux de chargement animal attendus, qui pendant longtemps ont été croissants. Dans ces cas, les éleveurs ont été obligés à vendre des animaux, ce qui est une solution ponctuelle et extrême, assez négative pour leurs logiques de développement de la production bovine. Sur le moyen terme, l'accroissement des effectifs a

dû être repris, face à l'importance de l'élevage bovin dans les exploitations. Alors, les éleveurs sont poussés à revoir leurs systèmes, le pâturage doit être renouvelé, la gestion doit être repensée, le territoire doit être restructuré avec un plus grand nombre de parcs pour permettre une amélioration productive.

En somme, nos résultats montrent que, tout comme le processus de dégradation, l'analyse des conduites dépend des échelles de temps et d'espace considérés. Globalement, les changements et les difficultés relatives à l'installation des systèmes de production (spécialisés ou non en élevage), en liens avec les oscillations de la structuration du territoire d'élevage, ont conduit à une grande instabilité des pratiques, laquelle a mené à une dégradation générale des pâturages. Au cours du temps, certains de ces systèmes de production ont pu développer une trajectoire stabilisée, autour d'un projet précis. Cette trajectoire a favorisé la stabilisation des pratiques, concernant surtout des ajustements en quête d'un équilibre permanent entre la surface de pâture et la quantité d'animaux. La stabilité des pratiques n'a pu être exprimée que par la structuration du territoire d'élevage.

À une échelle plus fine, au niveau des unités de gestion des pâturages, indépendamment de leurs tailles, un important nombre de parcs sont en bon état. Leurs conduites étaient régulières, avec peu de fluctuation de la charge et du temps de pâture et de repos. À ce niveau, les décisions de conduite sont prises selon l'organisation du territoire d'élevage, les fonctions des parcs et l'état de la végétation. Face aux difficultés de maintenir tous les parcs en bon état, il est admis plus de souplesse pour ceux qui ont une fonction moins importante pour le système.

6.2. Portées et limites du travail

Notre étude a permis de comprendre les choix des conduites des pâturages par les éleveurs à partir surtout de l'analyse de ce qu'ils font et de leurs raisons. Cette compréhension est fondamentale pour l'aide à la décision, pour piloter le changement de pratiques visant une utilisation plus durable des pâturages. L'immersion dans la réalité des éleveurs apporte une perspective concrète du problème de la dégradation des pâturages en Amazonie. Nous déduisons de Morin (1981) que par la perception des circonstances dans lesquelles la dégradation des pâturages se produit, et de comment celle-ci est surmontée par les éleveurs, on comprend le processus, et les perspectives d'évolution. Cette approche met en évidence le

savoir-faire de l'éleveur et son rôle pour surmonter le problème, en rapprochant les connaissances techniques et pratiques. Ce type d'approche scientifique est d'autant plus important qu'il est assez original pour traiter des problèmes agronomiques dans la région. En se centrant sur l'homme, ses pratiques, ses décisions et leurs motifs, notre approche apporte un nouvel éclairage sur la problématique de la dégradation des pâturages en Amazonie.

Dans cette conception de valorisation du point de vue de l'éleveur, nous avons réalisé une approche de leurs évaluations de l'envahissement des pâturages, afin de tester l'existence de lien entre envahissement par les adventices et les décisions de conduite du pâturage. Nos traitements indiquent qu'il n'y a pas de différence significative entre l'évaluation de l'éleveur et celle de l'expert par rapport au critère utilisé. Cela montre d'abord que le recouvrement par les adventices est bien connu par les éleveurs. Ainsi l'envahissement peut constituer un élément pertinent de dialogue entre techniciens et agriculteurs, au contraire de la production de biomasse fourragère qui est beaucoup plus difficile à évaluer. Le rapprochement entre les deux estimations de l'envahissement nous a montré aussi qu'il est pertinent d'adopter les évaluations à dire d'éleveurs pour des analyses qui s'intéressent à un niveau général de recouvrement. En plus, cela indique que des différences de pratiques entre éleveurs peuvent effectivement être interprétées par rapport à des différences objectives de niveau d'envahissement et non par rapport à des différences de perception de l'envahissement entre éleveur.

Contrairement au recouvrement par les adventices (dont l'appréciation ne renvoie forcément à un jugement positif ou négatif), la dégradation des pâturages est une notion beaucoup plus difficile à manier dans l'échange entre technicien et éleveur. Nous démontrons que le niveau de dégradation d'un pâturage se définit en fonction des personnes, par rapport à l'emploi qui est fait, et en fonction du contexte dans lequel il se place. La définition est donc relative et évolutive. Pour les techniciens, la dégradation se définit par rapport à un potentiel théorique maximum de la production fourragère. Cette définition est appuyée par des concepts largement connus dans le Brésil, présentés dans la première partie de ce document (chapitre 1) comme celui de Spain et Gualdron (1991) et Macedo et Zimmer (1993) qui se réfèrent à une diminution de la productivité. Nous montrons que pour les éleveurs l'état des pâturages est relatif à leurs fonctions. C'est pour cette raison qu'ils admettent des niveaux d'envahissement différent selon le type de parc et peuvent employer des conduites défavorables à la production fourragère. Nous rejoignons ainsi la définition de Blaikie *et al.* (1987) de dégradation comme la réduction de la capacité des terres de satisfaire une utilisation particulière.

L'évaluation du recouvrement par adventices à diverses échelles spatiales (de la parcelle à la localité) a permis d'avoir un aperçu du problème à différents niveaux d'analyse. Nous présentons des informations sur l'extension de la dégradation (selon la classification de Daget et Poissonet, 1972) à un niveau assez large (de deux localités), fondées sur des évaluations au niveau des parcelles. Cette information est originale par rapport à la plupart des études en Amazonie qui se base sur des estimations à dire d'expert (Serrão *et al.*, 1993; Dias-Filho et Andrade, 2005) Nous avons pu aussi identifier les transformations de l'information lors du changement d'échelle. En termes de surface, les superficies dégradées sont majoritaires ; au contraire en termes d'unités de gestion, un grand nombre de parcs ne sont pas dégradés. Pour des études futures, il est donc important de relativiser le problème, selon l'échelle et l'unité d'analyse.

Les différentes dimensions temporelles observées ont révélé, hors le caractère changeant des conduites, les oscillations d'états des pâturages et leurs caractères réversibles. Des pâturages dégradés ont pu être récupérés en un an.

La collecte et traitement d'informations spatialisées et multiscalaires, couplée à une perspective temporelle, nous a permis d'appréhender la construction progressive du territoire d'élevage. Cette évolution du territoire, soit vers plus de structure (comme plus de clôture ou de point d'eau) ou non (juste par l'installation de nouvelle surface de pâture), entraîne des changements de conduites au cours du temps et constitue un élément fondamental pour comprendre les choix des pratiques à un moment donné. Une analyse spatiale et temporelle fine nous a permis d'identifier la fonction de chaque parc et de comprendre les différentes conduites.

Face à la complexité de notre sujet, nous avons cherché à avoir une compréhension globale des facteurs liés à la décision des conduites par les éleveurs. Ainsi, nous n'atteignons pas une analyse détaillée des éléments directement concernés, comme les facteurs de production (main-d'œuvre, capital, disponibilités de terres), les aspects cognitifs et le comportement de la végétation. Mais tous ces aspects sont observés conformément à la manifestation de leurs rôles sur les choix des pratiques. Nous nous sommes centralisés sur des aspects agronomiques, malgré l'inévitable exercice d'interdisciplinarité nécessaire pour traiter les décisions des pratiques. Cependant, des approfondissements disciplinaires s'avèrent importants, ainsi que la mise en relation des savoirs qui en ressortent pour une approche intégrée de la question concrète de la gestion durable des pâturages en Amazonie.

La plupart de nos résultats peuvent être généralisable pour toutes les régions de front pionnier d'Amazonie brésilienne. Nos études au niveau régional, notamment pour établir notre échantillonnage, nous permettent de conclure que la dynamique de l'élevage est semblable, les principales différences portant sur l'ancienneté de l'occupation des terres, la position géographique (surtout en relation à la distance des routes) et les moyens d'investissements, qui interviennent sur la vitesse de cette dynamique. Ainsi, au début, pendant les phases d'installation des éleveurs, les pratiques plus extensives sont justifiées. Avec le temps, certains agriculteurs tendent à une intensification de l'utilisation des surfaces (plus de clôtures, rotation plus rapide). Une autre voie est de changer de stratégie en matière de développement de l'activité d'élevage et de stabiliser le nombre d'animaux. En dernier cas, s'il n'y a pas de changement vers une intensification ou pour le maintien du nombre d'animaux, un déséquilibre continu entre surface et cheptel peut mener à une dégradation persistante des pâturages. Les relations entre la stabilité des systèmes de production, choix des pratiques et dégradation des pâturages sont attendues pour toute la région. Enfin, notre travail montre l'intérêt de l'approche en termes de fonctions pour éclairer les stratégies des éleveurs et leurs choix de conduite en termes d'alimentation au pâturage. Ceci confirme la fécondité de la posture choisie dans l'analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation développée en France (Moulin *et al.*, 2001).

6.3 Perspectives:comment promouvoir une meilleure conduite du pâturage ?

Notre étude apporte des résultats qui peuvent être une voie tant pour le développement que pour des recherches futures. Concernant le développement, des changements de pratiques pour atteindre un équilibre du couvert fourrager peuvent correspondre à un processus assez lent (de moyen terme) et complexe. Comme nous avons montré, ces changements sont liés à des aspects internes du système famille-exploitation, mais aussi relatifs aux contextes externes. Changer la gestion du système de pâture c'est changer sa conception. Au début de l'histoire de l'élevage dans la région, et jusqu'à récemment, l'idée dominante était d'augmenter le cheptel, d'abord par une extension des pâturages et ensuite par une certaine intensification. La qualité nutritive des pâturages est un aspect qui n'est apparu que récemment, mais qui gagne de l'importance. Le respect de l'environnement s'impose de plus en plus. Les législations poussent les éleveurs à produire sans déforester et à restreindre les surfaces de pâturages pour les remettre en forêt, ou les consacrer à d'autres activités. Or nous

avons vu que les contraintes spatiales sur le territoire d'élevage peut provoquer une crise du système, autant sur les pâturages que le troupeau. Il est donc nécessaire d'étudier l'impact de ces changements légaux, d'une manière interdisciplinaire, pour pouvoir appuyer les éleveurs. Mais pour cela, la recherche doit aussi être renouvelée, en considérant et en mobilisant des savoirs divers, pratiques et scientifiques (dans plusieurs domaines: techniques, sociaux et environnementaux).

En termes de développement, pour promouvoir une meilleure conduite des pâturages, l'organisation du territoire d'élevage est fondamentale. Une manière d'appuyer les éleveurs serait par une assistance à la planification et par des financements. L'organisation du territoire ne signifie pas forcément une plus grande structure en nombre de parcs, cela peut être intéressant pour ceux qui poursuivent une voie d'intensification. Mais même avec peu de parcs, une meilleure organisation en termes de répartition (tailles plus homogènes), facilite des ajustements entre la superficie des pâturages et la quantité d'animaux. Par-dessus tout, établir un territoire d'élevage qui se maintient dans le temps est la clé d'une conduite équilibrée et régulière. Un autre point important est de raisonner l'équilibre entre la surface du territoire, le cheptel et sa conduite. Il est ainsi possible de maintenir un couvert végétal d'un territoire d'élevage peu équipé, mais utilisé de façon régulière en pâturage continu, avec un chargement animal correct (0,8 à 1 UA / ha). Des niveaux d'équipement plus important du territoire permettent une intensification de la production animale.

Pour identifier des possibilités d'innovation, il est nécessaire de considérer la fonction des parcs et ainsi prendre en compte les intérêts de l'éleveur, soit ses objectifs et projets pour chaque parc. Les modes de conduite et les innovations possibles sont des conceptions assez particulières, face à la diversité des projets, des situations et des contextes. Les connaissances scientifiques permettent de comprendre le comportement de la végétation en réponse à des pratiques, car les principes de base des conduites des pâturages sont bien établis. Mais les outils d'aide à la conception et à l'évaluation des conduites sont rares et très peu utilisés. Une démarche d'analyse intégrée des résultats des conduites sur la végétation des pâturages serait utile pour objectiver leurs comparaisons à l'égard des fonctions attendues. En effet la modélisation concernant l'ensemble des dimensions (socioéconomique, environnementale et agronomique) de la durabilité des pâturages est une voie de recherche à suivre.

Notre travail soulève la question des compromis à trouver entre stabilisation des conduites au pâturage, dont la régularité est une condition pour lutter contre l'envahissement par les

adventices, et la flexibilité nécessaire à assurer sur le troupeau afin qu'il remplisse sa fonction de sécurisation des familles. La recherche d'une trop grande maîtrise de l'ensemble du territoire d'élevage ne permettrait plus à l'élevage de remplir cette fonction de sécurisation, primordiale en agriculture familiale. Plutôt que de chercher la meilleure organisation permettant de maximiser le revenu tout en garantissant la pérennité de la ressource (optimisation sous contrainte), notre travail montre la nécessité de raisonner plutôt en termes de gestion adaptative permettant d'aider les agriculteurs à faire face aux incertitudes auxquels ils sont confrontés dans les prises de décision en termes d'organisation et de gestion de leur territoire d'élevage. La construction d'un modèle sur la construction du territoire d'élevage serait ainsi pertinente pour supporter une démarche de gestion adaptative (Schreiber et al. 2004). Un tel modèle permettrait de raisonner des scénarios d'organisation du territoire et de lier son évolution avec les possibilités de gestion des pâturages et de modes de conduites. Cette thèse apporte des éléments pour construire ce modèle à l'échelle de l'exploitation.

Références bibliographiques

Ab'saber A.N., 1977. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. Primeira aproximação. Geomorfologia 52:121.

Alencar, A., Nepstad, D., Mcgrath, D., Moutinho, P., Pacheco, P., Del Carmen, M., Diaz, V. E Soares Filho, B. S., 2004. Desmatamento na Amazônia: indo além da "emergência crônica". Ipam.

Assis, W.S., Oliveira, M., Halmenschlager, F., 2008. Territorial dynamics and the complexities of the agrarian frontier areas in eastern Amazon. Estudos Sociedade e Agricultura (UFRJ), v. 16, 228-261p.

Badouin R., 1987. L'analyse économique du système productif en agriculture. Orstom, Cah. Sci. Hum., 23 (3-4) : 357-375.

Badouin R., 1987. L'analyse économique du système productif en agriculture. ORSTOM, Cah. Sci. Hum., 23 (3-4) : 357-375.

Balent G. Structure., 1987. Fonctionnement et évolution d'un système Pastoral. Le pâturage vu comme un facteur écologique piloté dans les Pyrénées centrales. Thèse, Université de Rennes I, 146p.

Balent, G. et Stafford Smith, D.M., 1991. Conceptuel model for evaluating the consequences of management practices of the use of pastoral resources. In 4 th International Rangeland Congress, Montpellier, April. Montpellier, 1-11.

Balent, G., Duru M. et Magda D., 1993. Pratiques de gestion et dynamique de la végétation des prairies permanentes. Une méthode pour le diagnostic agro-écologique, une application aux prairies de l'Aubrac et de la vallée de l'Aveyron – In : Pratiques d'élevage extensif. Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement. INRA, TOURS, 283-302.

Bastos, T.X., Rocha, EJ da; Rolim, PA; Diniz, TD de A. S.; Santos, E. C dos; Nobre, RA; Cutrim, EM; e Mendonça, LL de, 1986. O estado atual dos conhecimentos de clima na Amazônia brasileira com finalidade agrícola. In: Simpósio do Trópico úmido, Anais, Documento no. 36, EMBRAPA-CAPATU, Belém, Brasil.

Becker B.K., 1986. Signification actuelle de la frontière : une interprétation géopolitique à partir du cas de l'Amazonie brésilienne. Cahiers des Sciences Humaines, 22 (3-4): 297-317.

Becker, B. ; Miranda, M.; Machado, L. (eds.), 1990. Fronteira Amazônica: questões sobre a gestão do território. Brasília: UNB; Rio de Janeiro:UFRJ.

- Becker B.K., 2004. Amazonia : Geopolítica na virada do III milênio. Garamond, Rio de Janeiro, 172 pp.
- Becker, B.K., 2005. Geopolítica da Amazônia. Estudos Avançados 19 (53). 71-86p.
- Bellon, S. Girad, N. Guerin, G., 1999. Caractériser les saisons-pratiques pour comprendre l'organisation d'une campagne de pâturage. Fourrages 158, 115-132.
- Benoit M., 1985. La gestion territoriale des activités agricoles. L'exploitation et le village: deux échelles d'analyse en région d'élevage, thèse de doctorat, INA-PG.
- Bernard H. R., 2006. Research methods in anthropology: Qualitative and quantitative approaches. Lanham: Rowman & Littlefield Publishers.
- Bland, J.M., and Altman, D.G., 1995. Multiple significance tests: the Bonferroni method. *BMJ*, Vol 310, p 170.
- Blandin P., 1986. Bio-indicateurs et diagnostic des systèmes écologiques – Bulletin d'Ecologie, 17, 4 : 215-307.
- Blanfort V., 1996. Agro-écologie des pâturages d'Altitude à l'Ile de la Réunion – Pratiques d'éleveurs et durabilité des ressources herbagère dans un milieu à fortes contraintes - Paris, Thèse, Université Paris IX Orsay, 288p.
- Boudet G., 1974 - Ecosystème pâturés des régions tropicales – Etat des connaissances pour l'Afrique francophone - Maisons-Alfort, IEMVT –UNESCO, Ministère de la Coopération, 67 p.
- Bonaudo, Thierry, Lossouarn, Jean., 2005. La gestion environnementale sur un front pionnier amazonien. Thèse de doctorat, Sciences animales - Développement des filières animales, Institut National Agronomique Paris - Grignon - CDS Brasília.
- Bråkenhielm, S., and Qinghong, L., 1995. Comparison of field methods in vegetation monitoring, *Water, Air and Soil Pollution* 79, 75–87.
- Briske, D.D., Derner, J.D., Brown, J.R., Fuhlendorf, S.D., Teague, R.W., Havstad, K.M., Gillen, R.L., Ash, A.J., and Willms, W.D., 2008. Rotational grazing on rangelands: reconciliation of perception and experimental evidence. *Rangeland Ecology & Management*, 61(1), pp 3-17.
- Brossier, J., 1987. Système et système de production, note sur les concepts. *Cah Sci Hum (Orstom)* ; 23 : 377-90.
- Brossier, J., Petit, M., 1977. Pour une typologie des exploitations agricoles fondée sur les projets et les situations des agriculteurs. *Économie Rurale*, 122 : 31-49.
- Buschbacher, R. J., Ulh, C., Serrão, E.A.S., 1988. Abandoned pastures in Eastern Amazonia. II-Nutrients stocks in the soil and vegetation. *Journal of Ecology*. 76.

Capillon A., 1985. Connaître la diversité des exploitations : un préalable à la recherche des références techniques régionales. *Agriscopes*, 6: 31-40.

Capillon A., 1993. Typologie des exploitations agricoles. Contribution à l'étude régionale des problèmes techniques, Thèse de Doctorat de l'INA-PG, Tome I, Institut National Agronomique Paris -Grignon, France.

Caporal, F.R., Costabeber, J.A., 2004. Agroecologia: Alguns Conceitos e Princípios. Brasília, Df: Mada: Saf: Dater-Iica, 24 P.

Carlsson, A.L.M., Bergfur, J., Milberg, P., 2005. Comparison of data from two vegetation monitoring method in demi-natural grasslands, *Environmental Monitoring and Assessment*, 100: 235–248.

Cialdella, N., Dobremez, L. and Madelrieux, S., 2009. Livestock farming systems in urban mountain: differentiated paths to remain in time. *Outlook on agriculture*, Vol 38, No 2, pp 127-135.

Caron, P. (1998), Espaces, Elevages et dynamique du changement : Analyse, niveaux d'organisation et action. Le cas du Nordeste semi-aride du Brésil. PhD thesis, Paris X University, Paris– Nanterre, 396 p..

Caron P., Hubert B., 2000 - De l'analyse des pratiques à la construction d'un modèle d'évolution des systèmes d'élevage : application à la région Nordeste du Brésil - *Revue Élev. Méd. vét. Pays Trop.* 53 (1) : 37-53.

Carvalho, A.R., 2007. Rede de estabelecimentos de referência sobre manejo de pastagens: a experiência do assentamento Belo Horizonte – PA. Bacherol, Federal do Para University, Maraba.

Cerf, M., Sebillotte, M., 1988. Le concept de modèle général et la prise de décision technique *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 74, 71-80.

Chasek, P.S., Downie, D.L., and Brown, J.W. , 2010. *Global Environmental Politics*, fifth edition, Westview Press, Boulder.

Cochet H., 2005. *L'agriculture comparée. Genèse et formalisation d'une discipline scientifique*. Paris : Institut national d'agronomie de Paris - Grignon (Ina-PG).

Cristofini, B., Deffontaines J.P., Raichon C., Verneuil, B., 1978. Pratiques d'élevage en Castagniccia. Exploration d'un milieu naturel et social en Corse. *Etudes rurales*, 71-72 : 89-109.

Daget, P., J. Poissonet, 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application. *Annales agronomiques* 22:5-41.

Daget, P., J. Poissonet, 1972. Salissement et dégradation des prairies artificielles et temporaires. *Fourrages*, N. 50, p. 97-106.

Daget, P., Poissonet J., 1991. Prairies permanentes et pâturages : Méthodes d'études, Institut de botanique, Montpellier, 352 p.

Daget, P. , Godron,M., 1995. Pastoralisme : Troupeaux, espaces et sociétés. Hatier, 510 p.

Darré J.P., 1999. La production de connaissances pour l'action. Arguments contre le racisme de l'intelligence. Coédition INRA MSH. Paris. 244p.

Dedieu B., 1993. Organisation du travail et fonctionnement d'exploitations d'élevage extensif du Massif central. Etud. Rech. Syst. Agraires Dév., 27, 303-322.

Dedieu, B., Faverdin, P., Dourmad, J.Y., Gibon, A., 2008. Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. INRA Prod. Anim., 21(1), 45 – 58.

Dedieu, B., Chia, E., Leclerc, B., Moulin, C. H., and Tichit, M., (eds) 2008. L'élevage en mouvement: flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores, Quae, Paris.

Deffontaines, J.P., Petit, M., 1985. Comment étudier les exploitations agricoles d'une région Présentation d'un ensemble méthodologique. Versailles, INRA-SAD, Etudes et Recherches, 4, 47p.

Desjardins, Th., Lavelle, P., Barros, E., Brossard, M. Chapuis-Lardy, L., Chauvel, A., Grimaldi, M., Guimarães, F., Martins, P., Mitja, D., Müller, M., Sarrazin, M., Tavares Filho, J., Topall, O., 2000. Dégradation des pasturages amazoniens. Étude et Gestion des Sols, 7, 4 – numéro spécial – 353-378.

De Reynal V., 1999. Agriculture en front pionnier amazonien - Région de Marabá (Pará, Brésil). Thèse *AgroParisTech*, 413p.

De Reynal, V., Muchagata, M.G., Topall, O., Hébette, J., 1995. Agricultures Familiales et Développement en Front Pionnier Amazonien. LASAT-CAT/GRET-UAG, Paris-Point à Pitre-Belém. France, Brésil.

De Sardan, J.P.O., 2003. Observation et description en socio-anthropologie », Enquête (Editions de l'EHESS), 3, pp. 13-40.

Dias-Filho, M.B., 2003. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. Belém: EMBRAPA – Amazônia Oriental.

Dias-Filho, M.B.; Andrade, C.M.S de., 2005. Pastagens no ecossistema do trópico úmido. In: Simpósio Sobre Pastagens nos Ecossistemas Brasileiros: alternativas viáveis visando a sustentabilidade dos ecossistemas de produção de ruminantes nos diferentes ecossistemas, Goiânia, Anais...Goiânia: SBZ. p. 95-104..

Dufumier M, Bergeret P., 2002. Analyser la diversité des exploitations agricoles. In : *Mémento de l'agronome*. Paris : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) ; Groupe de recherches et d'échanges technologiques (Gret) ; Ministère des Affaires étrangères.

Duru, M., Papy, F. et Soler, L.G., 1988. Le concept de modèle général et l'analyse du fonctionnement de l'exploitation agricole. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 74(4) : 81-93.

Duru, M., J. L., Fiorelli, D., Peyre, P. Roger and J. P. Theau., 2002. La hauteur d'herbe au pâturage: une mesure simple pour faciliter sa conduite, un indicateur pour caractériser des stratégies. *Fourrages* 170:189-201.

Duru, M., Hubert, B., 2003. Management of grazing systems: from decision and biophysical models to principles for action. *Agronomie*, Vol 23, pp 689-703.

Falesi, I. C., 1972. Ecossistemas de pastagens no tropico úmido. Boletim de pesquisa. EMBRAPA-CPATU.

Fao (Food and Agriculture organization of United Nations) 2006. Livestock's long shadow – environmental issues and options. Roma, 388p.

Fearnside, P.M., 1989. Deforestation and Agricultural Development in Brazilian Amazônia. *Interciência*, vol.14, no. 06.

Fearnside, P.M., 1995. Agroforestry In Brazil's Amazonian Development Policy: The Role And Limits Of A Potential Use For Degraded Lands. In: Clüsener-Godt, M.; Sachs, I. (Ed.). *Brazilian Perspectives on Sustainable Development Of The Amazon Region*. Paris: Unesco; Carnforth: Parthenon. 125-148p.

Fearnside, P.M. 1995. Queimadas e desmatamentos na Amazônia. pp. 21-27 In: M.F.S. Faria (ed.) *Meio Ambiente e Sociedade* (Série Estudos Contemporâneos 1). Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), Rio de Janeiro, Brasil. 68 pp.

Fearnside, P.M., 2005. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates and consequences. *Conservation Biology* 19:680–688.

Ferreira, L.A., 2001. Le rôle de l'élevage bovin dans la viabilité des systèmes d'exploitations agricoles familiaux en Amazonie orientale brésilienne: Le cas de Uruará (Pará), Brésil. Thèse *AgroParisTech*, 187p.

Ferreira, L. V., Venticinque, E., Almeida, S., 2005. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Estudos avançados*, 19 (53).

Figuié, M., 2001. La construction sociale d'un savoir sur la dégradation des ressources naturelles : le cas des pâturages dans les exploitations agricoles familiales de la commune de Silvânia au Brésil. Thèse *AgroParisTech*, 326p.

Gauché et Théry, 2010. Le contexte géographique. *L'Amazonie brésilienne*.

Gerbet, Marie-Claude, 2003. Les Ordres Militaires et l'élevage dans l'Espagne médiévale, In: Gerbet, Nobles et éleveurs en Espagne à la fin du Moyen Âge Pt. X p. 413-445.

- Ghiglione, R., and Matalon, B., 1970. "Les enquêtes sociologiques, théories et pratiques," Armand Colin, Paris.
- Ghiglione, R., Matalon, B., 1978. Les enquêtes sociologiques. Théories et pratique, Paris, Armand Colin.
- Gibon, A., 1981. Pratiques d'éleveurs et résultats d'élevages dans les Pyrénées Centrales. Thèse Docteur-Ingénieur, INA Paris-Grignon.
- Gibon A., Sibbald A.R., Flamant J.C., Lhoste P., Revilla R., Rubino R., Sørensen J.T., 1999. Livestock farming systems research in Europe and its potential contribution for managing towards sustainability in livestock farming. *Livestock Production Science* 61, 121–137.
- Gliessman, S.R., 2005. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 3ª edição. Rio Grande do Sul. Editora UFRGS, 653p.
- Girard, N., Bellon, S., Hubert, B., Landon, S., Moulin, C.H., Osty, P.L., 2001. Categorising combination of farmers' land use practices : An approach based on examples of sheep farms in the south of France. *Agronomie* 21, 435-459.
- Girard, N., Havet, A., Châtelin, M.H., Gibon, A., Hubert, B. et Rellier, J.P., 1996. Formalisation des relations entre stratégie et pilotage dans les systèmes fourragers. Propositions pour la conception d'instruments d'aide à la décision. *Les Cahiers de la Recherche Développement* 3, 9 : 60-72.
- Godron, M., Daget, P., Emberger, L., Long, O., Le Floch, E., Poissonet, J., Sauvage, C., Wacquant, J.P., 1968. Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu - C.N.R.S. Paris, 1 vol. p 292.
- Goldsmith, F. B. et Harrison, C. M., 1976, Description and Analysis of Vegetation, in S. B. Chapman (ed.), *Methods in Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK. pp. 85–156
- Ghiglione, R., et Matalon, B., 1970. Les enquêtes sociologiques, théories et pratiques, Armand Colin, Paris.
- Gomide, J. A., 1994. Manejo de pastagens para a produção de leite. In: Simpósio Internacional De Forragicultura. Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 31. Maringá-Pr, Maringá:Pr. EDUEM. 141-168p
- Grant S-A., Torwell, L., Sim, E-M., Small, J-L., Armstrong, R., H., 1996. Grazing studies on *Nardus* grassland: effect of between-tussock sward height and species of grazed on *Nardus* utilization and floristic composition in two fields in Scotland – *J. Appl. Ecol.* 33, 1053-1064.
- Guerra, G. A. D. ; Angelo-Menezes, M. N. A. , 2007. Agricultura familiar na pós-graduação no Brasil e na. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, v. 4, p. 66-86.

Guérin G., Bellon S., 1989. Analyse des fonctions des surfaces pastorales dans des systèmes de pâturage méditerranéens. *Etudes et Recherches INRA SAD* 17, 147-158.

Guérin, G., Léger, F., Pflimlin, A., 1994. Stratégie d'alimentation. Méthodologie d'analyse et de diagnostic de l'utilisation et de la gestion des surfaces fourragères et pastorales, Institut del'Elevage, Coll. Lignes, 36 p.

Guérin G., Bellon S., Gautier D., 2001. Valorisation et maîtrise des surfaces pastorales par le pâturage. *Fourrages* 166, 239-256.

Guisi, O.M., Pedreira J.V.S. Características agronômicas das principais *Brachiaria* spp. In: En contro sobre capins do gênero *Brachiaria*. 1986. Nova Odessa. Anais. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1987. P. 19-58.

Hébette, Jean., (2004). *Crusando Fronteira. 30 anos de estudo do campesinato na amazônia. Vol. 1 :Migração, colonização e ilusões de desenvolvimento*, Belem, Eudfpa.

Hecht S., 1985. "Environment, Development and Politics: Capital Accumulation and Livestock Sector in Eastern Amazonia". *World Development*, n. 13, 1985 pp. 663-684.

Hodgson, J., Silva, S.C., 2000. Sustainability of Grazing Systems: Goals, Concepts and Methods. In: LEMAIRE et al. (eds.). *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. CAB International. New York, NY, 1-14p.

Holechek, J.L., Pieper, R.D., and Herbel, C.H., 2001. *Range management: principles and practices*, Prentice Hall, Upper Saddle River.

Holling, C.S., 2001. Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems*, Vol 4, pp 390-405.

Holmes, W., 1980. *Grass - its production and utilization*. The British Grassland Society, Blackwell Scientific Publications, Oxford, London. 306p.

Hostiou, N., 2003. *Pratiques et stratégies de gestion des ressources herbagères cultivées par des éleveurs laitiers sur un front pionnier en Amazonie brésilienne : le cas du municipe de Uruará*. Thèse de doctorat en sciences agronomiques : Institut National Agronomique de Paris Grignon, Paris, 206 p.

Hubert, B., 1994. Pastoralisme et territoire – Modélisation des pratiques d'utilisation. *Cahiers d'Agricultures* 3 : 9-22.

Hughes, Heath et Matcalfe., 1962. HUGHES, H. D., Heath, M. E., Metcalfe, D. S. 1962. *Forages: The science of grassland agriculture* (Eds.). 2o Edition. The Iowa State University Press, Iowa, USA.

Huguenin, J., 2001. Facteurs et dynamiques de la dégradation des prairies guyanaises. Dynamiques de végétation et relations herbe/animal. Séminaire INRA/CIRAD, Montpellier, p 27- 35.

Huguenin, J., 2002. Comment contrôler la dégradation des prairies guyanaises due aux adventices?. *Fourrages*, Vol 170, pp 173-188.

Huguenin, J., 2005. Aptitudes du couvert herbacé à contrôler des plantes adventices envahissantes dans les prairies amazoniennes de Guyane française. In : Symposium international – recherche / développement, l’adoption et l’utilisation de nouveaux outils pour la gestion des prairies naturelles. INRA – CNRS – ENSAM – CR-MP –UE. Toulouse, 6 – 8 juillet.

Huguenin, J., 2008. Gestion des prairies amazoniennes contre les adventices en Guyane française suivant les conditions biophysiques, les pratiques agricoles, et l’organisation du système pâturé. Thèse *AgroParisTech*- ABIES, INRA, CIRAD, 422p.

Huguenin, J., Blanfort, V., Navegantes, L., Dufour, M. 2010. Configuration of livestock rearing areas in order to maintain the stability of forage systems considering the biophysical hazards of humid tropical climates – Example in French Guyana’, *Advances in Animal Biosciences*, Vol 1, Issue 02, pp 434-435.

IBGE, 1996. Pesquisa da pecuária municipal. Brasília: IBGE, <http://www.ibge.gov.br>

IBGE, 1996. Censo Agropecuário, Brasília: IBGE, <http://www.ibge.gov.br/>

IBGE, 2006. Pesquisa da pecuária municipal. Brasília: IBGE, <http://www.ibge.gov.br>

IBGE, 2006. Censo Agropecuário, Brasília: IBGE, <http://www.ibge.gov.br/>

IBGE. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil, 2010. Disponível em: http://www.ibge.com.br/home/presidencia/noticias/noticia_ Acesso em: 15 de janeiro de 2010.

IBGE, 2008. Pesquisa pecuária municipal. Brasília: IBGE, 2008, <http://www.ibge.gov.br/>

IBGE, 2010. Estudos e pesquisas informação geográfica número 7. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS). Brasil 2010. Rio de Janeiro. 2010.

IBGE, 2011. Estimativa da População do Brasil: 1980-2010, <http://www.ibge.gov.br/home/download/estatistica.shtm> 2011

IBGE, 2011. Produção da Pecuária Municipal. Available at <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>.

INMET, 2010. Dados climatológicos, Estação Meteorológica de Observação de Superfície Convencional. <http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php>

INPE, 2011. Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite, Programa PRODES, http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2008.htm 23/04/11.

Ibrahim, M., Porro, R., and Mauricio, R.M., 2010. Deforestation and livestock expansion in the Brazilian legal Amazon and Costa Rica: drivers, environmental degradation, and policies for sustainable management, In: Gerber, P., Mooney, H.A., Dijkamn, J., Tarawali, S., and Haan, de C., eds, *Livestock in a changing landscape: Experiences and regional perspectives*, Vol 2, Island Press, Washington, pp 74-93.

Jouve Ph., 1986. Quelques principes de construction de typologies d'exploitations agricoles suivant différentes situations agraires. Les cahiers de la Recherche Développement n° 11, pp. 48 – 56.

Josien E., Dedieu B., Chassaing C., 1994. Étude de l'utilisation du territoire en élevage herbager. L'exemple du réseau extensif bovin Limousin, Fourrages 138, 115–134.

Kaimowitz, D. e Angelsen, A., 1998. Economic Models of Tropical Deforestation – a Review. Center for International Forestry Research (CIFOR), Indonesia.

Keating B.A., McCown R.L., 2001. Advances in farming systems analysis and intervention. *Agricultural Systems* 70, 555–579.

KEMP, D. R.; KING, W. McG., 2001. *Plant competition in pastures – implicatins formangement*. In: P Tow (Ed.). *Competition and succession in pastures*. Adelaide, Cabi-publishing Inc. p. 85-102.

Laca, E.A., 2009. New Approaches and Tools for Grazing Management. *Rangeland Ecology & Management*, Vol 62, No 5, pp 407-417.

LAET., 2001. Estudo da viabilidade socioeconômica e o potencial leiteiro dos agricultores da – Relatório de pesquisa, Altamira: COOPERBRAN.

Landais, 1983. Analyse des systèmes d'élevage bovin sédentaire du Nord de la Côte-d'Ivoire. *Etudes et Synthèses IEMVT*, 9, 759 p.

Landais E., Lhoste P., Milleville P., 1987. Points de vue sur la zootechnie et les systèmes d'élevage tropicaux *Cah. Sci. Hum.* 23 (3-4) 1987: 421-437.

Landais, E., Deffontaines J.P., 1988. Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique *D. Etudes Rurales*, 109 : 125-158

Landais E., Balent G., (ed. Sc.) 1993 - Pratiques d'élevage extensif – Identifier, modéliser, évaluer - Paris, INRA, coll. Etudes et recherches sur les systèmes agraires et le développement, n° : 27, 389 p.

Landais E., Balent G., 1993 - Introduction à l'étude des pratiques d'élevage extensif – In : “Pratiques d'élevage extensif.” (éd. SC. E. Landais & G. Balent). Paris, INRA, p. 13-34.

Landais E., Bonnemaire J., 1996. la zootechnie, art ou science entre nature et société, l'histoire exemplaire d'une discipline finalisée. *Le Courrier de l'environnement* n°27, août 1996.

Laques, A.- E., Guillaumet, J.- L., Navegantes-Alves, Gurgel, L. H. C., Sampaio, S. M. N.,.. Léna, Ph., de Robert, P., Faure, J.- F, Gond V., Girres, J.-F, 2007. Dynamique de biodiversité et impact spatial des politiques publiques en Amazonie. Colloque science et action pour la gestion et la conservation de la biodiversité, Anales, *Supagro Florac*.

Léger, F., Bellon, S., Guérin, G., 2000. Outils et méthodes pour analyser les ressources au pâturage. In Bourbouze A. (ed.), Qarro M. (ed.) . Rupture : nouveaux enjeux, nouvelles fonctions, nouvelle image de l'élevage sur parcours. Montpellier : CIHEAM-IAMM. p. 205-215.

Le Moigne, J.L. (1977). La théorie du système général, Théorie de la modélisation, Paris: Col., Systèmes-Décisions, Presses Universitaires de France.

Loiseau, P., Louault, F., L'Homme, G., 1998. Gestion des ecosystèmes patures en situations extensive: apports de l'écologie fonctionnelle et perspectives de recherches appliquées en moyenne montagne humide. *Annales de Zootechnie*, Volume 47, Number 5/6, 395p.

Macedo, M.C.M.; Zimmer, A.H., 1993. Sistema pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In: Favoretto, V.; Rodrigues, L.R.A.; Reis, R.A. (eds.). Simpósio sobre ecossistemas de pastagens, 2, 1993, Jaboticabal: FUNEP, UNESP, 1993. p.216-245.

Machado R.C., 2000. Estudo dos Sistemas de Criação Através da Abordagem das Práticas: o caso de bovinos leiteiros da agricultura familiar na microrregião de Marabá. 181 p. Dissertação (Mestrado em Agricultras Amazônicas) – Centro Agropecuário, Universidade Federal do Pará, Belém.

Margulis, S., 2004. Causes of deforestation of the Brazilian Amazon. World Bank Working Papers, n° 22. Washington, D.C., USA.

Marriott C.A., Carrère, P., 1998. Structure and dynamics of grazed vegetation. *Ann. Zootech.*, Vol 47, pp 359-369.

Matthew C., Assuero S.G., Black C.K., Sackville Hamilton N.R., 2000. Tiller dynamics of grazed swards', in Lemaire, G., Hodgson, J., eds, *Grassland ecophysiology and grazing ecology*, Vol 2, CABI Publishing, Wallingford, pp 127-150.

Mazoyer, M., 1987. Dynamique des systèmes agraires. Rapport de synthèse présenté au Comité des systèmes agraires. Paris : Ministère de la Recherche et de la Technologie.

Medeiros, L. C., 2004. **Práticas alternativas ao fogo**: limpeza de pastagens no assentamento Belo Horizonte – Pará. Monografia (Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Pará, Marabá.

Mello, N.A. de; Théry, H., 2003. L'État brésilien et l'environnement en Amazonie: évolutions, contradictions et conflits. *Espace Géographique*, Montpellier, v. I, n. 32, p. 03-20.

- Mitja D., Miranda, L. D. S., Velasquez, E., Lavelle P., 2008. Plant species richness and floristic composition change along a rice-pasture sequence in subsistence farms of Brazilian Amazon, influence on the fallows biodiversity (Benfica, State of Para). *Agriculture Ecosystems and Environment*, 2008, 124 (1-2), p. 72-84.
- Mitja D., Miranda I. S., 2010. Weed community dynamics in two pastures grown after clearing Brazilian Amazonian rainforest. *Weed Research*, 50 (2), p. 163-173.
- Moulin, C., Girard, D., Dedieu, B., 2001. L'apport de l'analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation. *Fourrages* 167, 337-363.
- Moulin, C.H., Pluvinage, J., Bocquier, F., 2004. Les relations entre agrandissement des troupeau et changements de conduite : exemple des élevages d'ovins allaitants en Crau. In : RENCONTRES RECHERCHES RUMINANTS, 11, Paris: INRA, 2004. p.145-148.
- Moulin, C.H., Ingrand, S., Lasseur, J., Madelrieux, S., Napoleone, Pluvinage, M.J., Thenard, V., Moulin, C.H., Pluvinage, J., Bocquier, F., 2004. Les relations entre agrandissement des troupeau et changements de conduite : exemple des élevages d'ovins allaitants en Crau. In : Rencontres Recherches Ruminants, 11, Paris, France. *Annales...Paris*: Inra. p. 145-148.
- Moulin, C.H., Ingrand, S., Lasseur, J., Madelrieux, S., Napoleone, Pluvinage, M.J., Thenard V., 2008. Comprendre et analyser les changements d'organisation et de conduite de l'élevage dans un ensemble d'exploitations : propositions méthodologiques. In : Dedieu B., Chia E., Leclerc B., Moulin C.H., Tichit M. (orgs) *L'élevage en mouvement. Flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores*. Paris : éditions Quae, p. 181-196.
- Moran, E.F., 1993. "Deforestation and land use in the Brazilian Amazon". *Human Ecology*, N. 21, 1-21p.
- Mott, G.O. Moore, J.E., 1970. Forage evaluation techniques in perspective. In: BARNES, R.F. et al. (Ed). *Forage quality evaluation and utilization*. Nebraska: Nebraska Center for Continuing Education, p L1-L10.
- Muller, M.L., Guimarães, M.F., Desjardins, T., Martins, P.F.S., 2001. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1409-1418.
- Muchagata, M., et Brown, K., 2000. Colonist farmers' perceptions of fertility and the frontier environment in eastern Amazonia. *Agriculture and Human Values* 17, 371-84.
- Muchagata, M., et Brown, K., 2003. Cows, colonists and trees : rethinking cattle and environmental degradation. *Agricultural systems* 76, 797-816.
- Murphy, S. R. and Lodge, G. M. 2002. Ground cover in temperate native perennial pastures. 1. A comparison of four estimation methods. *Rangel. J.* 24:288 _300.

Nascimento Júnior, D., 1998. Ecossistemas de pastagens cultivadas. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C., Faria, V.P., 1998 (eds.). Simpósio sobre manejo de pastagem, 15, Piracicaba. Anais. Piracicaba: FEALQ. 325p.

Nascimento Júnior, D., Queiroz, D.S., Santos, M.V.F., 1994. Degradação das pastagens e critérios para avaliação. In: Peixoto, A.M., Moura, J.C., Faria, V.P., (eds.). Simpósio sobre manejo de pastagem, 11, Piracicaba. Anais. Piracicaba: FEALQ. 325p.

Navegantes-Alves, L.; Silva, M., 2004. O processo de assistência técnica junto aos assentamentos rurais das regiões Sul e Sudeste do Pará. In: Encontro de Ciências Sociais do Norte e Nordeste, 2003, Aracaju. XI CISO- NPPCS - Anais de trabalhos completos. Aracaju : NPPCS-UFS, 2003.

Navegantes-Alves, L.; Rodrigues, M. da S.; Scherer, R.S. O arranjo produtivo do leite do sudeste do Pará. In: Campos, I. (Org.). Plano de Desenvolvimento Sustentável da Amazônia Legal - Estudos/Diagnósticos de Aglomerações - PDSA 2005/2008. Belém: ADA - Agência de Desenvolvimento da Amazônia, 2007.

Nepstad, D., Carvalho, G., Barros, A.C., Alencar, A., Capobianco, J., Bishop, J., Moutinho, P., Lefebvre, P.E., Silva, U., 2001. "Road paving, fire regime feedbacks, and the future of amazon forests". *Forest ecology and management*, n. 5524, pp.1-13.

Nogueira, S.S., 2006. Avaliação de pastagens por agricultores familiares: um estudo de caso em um projeto de assentamento no município de São Domingos do Araguaia - PA. TCC: UFPA, 75p.

Osty P.L., 1988. L'exploitation agricole dans son environnement : propositions pour structurer un questionnement stratégique. *Travaux et Innovations*, 2, 15-22.

Papy F. Savoir pratique sur les systèmes techniques et aide à la décision. In : Biarnès Anne (ed.). *La conduite du champ cultivé : points de vue d'agronomes*. Paris : ORSTOM, 1998, p. 245-259.

Pearson, C.J. and Ison, R.L. 1987. *Agronomy of Grassland Systems*. Cambridge University Press, Cambridge. 169 p.

Pereira, C., Vieira, I.C.G., 2001. Importância das florestas secundárias e os impactos de sua substituição por plantios mecanizados de grãos na Amazônia. *Interciencia*, vol. 26, n° 08, 337-341p.

Piketty, M.G., Veiga, J.B. da, Tourrand, J.F., Negreiros Alves, A.M., Pocard-Chapuis, R., Thales, M., 2005. Interactions agriculture-environnement / Les déterminants de l'expansion de l'élevage bovin en Amazonie orientale : conséquences pour les politiques publiques - *CahiersAgricultures*, vol. 14, n° 1, pp. 90-95, janvier-février.

Pocard-Chapuis, R., Piketty, M.G., Veiga, J.B., Hostiou, N., Tourrand, J.F., 2002. Milk production, regional development and sustainability in the Eastern Brazilian Amazon. *Colloque Syal*, Montpellier, 1-8 octobre.

Poccard-Chapuis, R., 2004. Les réseaux de la conquête. Filières bovines et structuration de l'espace sur les fronts pionniers d'Amazonie orientale brésilienne. PhD thesis, AgroParisTech, Paris.

Rodrigues, M., Navegantes-Alves L., 2007. Sistema de criação de criação de bovinos no assentamento agroextrativista Praia Alta Piranha: Importância e Diversidade. In: VII Congresso Brasileiro de sistemas de produção - SBSP, Fortaleza: Embrapa - Agroindústria Tropical, pp 152-167.

Sebillotte, M., Soler, L.G., 1990. Les Processus de décision des agriculteurs. In :Actes du séminaire du département Sad, Saint-maximin. 2-3 mars 1989. 93-118.

Sebillotte, M., 1974. Agriculture et agronomie. Essai de définition des tâches de l'agronome. *Cahiers Orstom*, série Biol., 24 : 3-25.

Sebillotte M., 1974. Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome C. Cahiers ORSTOM, Sér. Biol.

Sebillotte M., 1978. Itinéraires techniques et évolution de la pensée agronomique. C.R. Acad. Agric. Fr., 11, 906-913.

Serrão, E. A. S., Falesi, I. C., 1977. Pastagens do trópico úmido brasileiro. Belém, Brasil. EMBRAPA-CPATU.

Serrão, E.A.S., Falesi, I.C., Veiga, J.B. da; Teixeira Neto, J.F., 1978. Produtividade de Pastagens Cultivadas em Solos de Baixa Fertilidade das áreas de Floresta do Trópico Úmido Brasileiro. Belém, EMBRAPA-CPATU, 73 p.

Serrão, E.A.S., Falesi I. C., da ; Veiga, J. B., Teixeira Neto, J., F., 1979. Productivity of cultivated pastures in low fertility soils of the Amazon of Brazil. In : Sanchez P. A, Tergas L. E., (ed). Pasture production in acid soils of the tropics. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Serrão E.A.S. , 1986. Pastagem em área de floresta no Trópico Úmido brasileiro: Conhecimentos atuais. In: Anais do 1º Simpósio do Trópico Úmido. Belém, EMBRAPA-CPATU. V. 5, p. 147-174.

Serrão E.A.S., 1989. Pecuária na Amazônia: a evolução da sustentabilidade das pastagens substituindo florestas. Pará desenvolvimento: extrativismo vegetal e reservas extrativistas. (25): 117-127.

Serrão, E.A.S., UHL, C., Nepstad, D.C., 1993. Deforestation for pasture in the humid tropics: is it economically and environmentally sound in the long term. In: International Grassland Congress, 17. Rockhampton. Proceedings. Rockhampton. 2215-2221p.

Schreiber, By E. S. G., Bearlin, A. R Simon, Nicol, J., Todd, C.R., 2004. Adaptive management: a synthesis of current understanding and effective application. Ecological Management & Restoration, Vol. 5, No. 3, p. 177-182.

Silva, L. M. Estudo da Localidade de Belo Horizonte – São Domingos do Araguaia – Sudeste do Pará. 1996. 45 p. Monografia (Especialização), DAZ/NEAF – Universidade Federal do Pará, Belém.

Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., De Haan C., 2006. Livestock's long shadow, Environmental issues and options, FAO, Rome.

Spain, J.M., Gualdrón, R., 1991. Degradación y Rehabilitación de pasturas. In: Lascano, C.E., Spain, J. M., Establecimiento y renovación de pasturas. CIAT. Cali. 269-283p.

Taravella, Romain, Mermet, Laurent et Thery, Hervé (dir. de thèse)., 2008. La frontière pionnière amazonienne aujourd'hui : projet socio-environnemental de conservation forestière contre dynamique pastorale de déforestation. Une analyse stratégique 2000-2006 de l'action collective en «Terra do Meio» (Pará, Brésil), Thèse de doctorat, Sciences de l'Environnement, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech).

Tchayanov, A.V., 1981. Sobre a teoria dos sistemas econômicos não capitalistas. In: Silva, J.G.; Stolcke, V. (Org). A questão agrária. Brasiliense, p.133-146.

Teissier, J.H., 1979. Relations entre techniques et pratiques. INRAP 38, 19 p.

Thales, M.C., Alves, M., Oliveira, J.R.D., Piketty, M.G., Veiga, J.B., Pocard-Chapuis R., Tourrand, J.F., 2003. Les stratégies d'acteurs dans la construction de paysages sur le front pionnier du Sul do Pará en Amazonie Orientale brésilienne. Colloque SAGERT, 24-27 février, Montpellier, 10 pages.

Théry H., 1997. Routes et déboisement en Amazonie brésilienne, Rondônia 1974-1996. Montpellier, v. 97/3, p. 35-40.

Théry, H., 2000 . L'Amazonie entre conquête pionnière et développement durable. Historiens et Géographes (Neuilly-sur-Seine), v. 372, p. 201-212.

Topall O., 1991. Sistema de Criação de Bovinos nos lotes da Colonização Oficial da Transamazônica Região de Marabá. In: Atas do Seminário Agricultura Familiar e Desenvolvimento Rural na Amazônia Oriental. Point-à-Pitre: GRET/UAG/NAEA. p. 203-225.

Topall O., 2001. Effet de la défoliation et des caractéristiques du milieu sur la dégradation des peuplements fourragers en région de frontière agricole amazonienne. Région de Marabá, Pará, Brésil. Thèse de doctorat en Agronomie, AgroParisTech, Paris, 220 pages.

Tourrand, J.F., Veiga, J.B., Lazard, J., Richard, D., Lhoste, P., Bertin, F., 1997. Elevage en Amazonie. In: Environnement et développement en Amazonie brésilienne, Ed. Belin, p. 180-195.

Tourrand, J.F., Veiga, J.B., Ferreira, L.A., Ludovino, R.MR., Pocard-Chapuis, R., Wood C., Simão Neto, M., 1999. Vache et forêt, une possible coexistence en Amazonie brésilienne. In 5 *International Livestock Farming System's symposium*, August 19-20, Fribourg, Switzerland.

Tourrand, Jean François, Piketty, Marie Gabrielle, Oliveira, R.D., Thales, Marcelo C., Alves, Ailce, M., Veiga, Jonas Bastos da., Pocardchapis, René., 2004. Élevage Bovin, Déforestation Et Développement Régional: Le Cas Du Sud Du Pará, Amazonie Brésilienne. Bois Et Forêts Des Tropiques, Montpellier, V. 280, N. 2, P. 5-16.

Turckheim E., Hubert B., Messéan A., 2009. Concevoir et construire la décision - Démarches en agriculture, agroalimentaire et espace rural. Quae, Collection Update Sciences & technologies, 360 p.

Uhl, C., Buschbacher, R., Serrão, E.A.S., 1988. Abandoned Pastures in Eastern Amazonia. I. Patterns of Plant Succession. *The Journal of Ecology*, Vol. 76, No. 3. pp. 663-681.

Uhl, C., Nespstad D-C., Vieira, I., Cardoso DA S.J.M., 1991. Restauração da floresta em pastagem degradadas – Ciência Hoje 13, nº76, p 22-31.

Veiga, J.B. da, Falesi, I. C., 1986. Recomendações e prática de adubação de pastagens cultivadas na Amazônia Brasileira. In: Mattos, H. B.; Werner, J. C.; Yamada, T.; Malavolta, E. (Org.). Calagem e Adubação de pastagens. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fósforo, p 257-282.

Veiga J.B. da; Serrão, E.A.S, 1987. Recuperación de pasturas en la región este de la Amazonía brasileña. *Pasturas Tropicales*, Cali, v.9, n.3, p.40-43.

Veiga, J.B. da; Pocard-ChapuisS, R.; Piketty, M.G.; Tourrand, J.F., 2001. Produção leiteira e o desenvolvimento regional na Amazônia Oriental. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 24p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 80).

Veiga, J.B. da; Tourrand, J.F., Piketty, M.G., Pocard-Chapuis, R., Alves, A. M., Thales, M. C., 2004. Expansão e Trajetórias da Pecuária na Amazônia: Pará – Brasil. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 162 p.

Veiga J.B., Tourrand J.F., Piketty M.G., Pocard-Chapuis R., Alves A.M., and Thales M.C., 2004. Expansão e Trajetórias da Pecuária na Amazônia: Pará – Brasil, Universidade de Brasília, Brasília.

Valentim, J.F., Andrade, C.M.S., 2009. Tendências e perspectivas da pecuária bovina na Amazônia Brasileira, *Amazônia: ciência & desenvolvimento*, Vol 8, pp 9-32.

Veríssimo, A., Rolla, A., Vedoveto, M., Futada, S de M, 2011. Áreas Protegidas na Amazônia brasileira : avanços e desafios - Belém : Imazon ; São Paulo : Instituto Socioambiental, p 89.

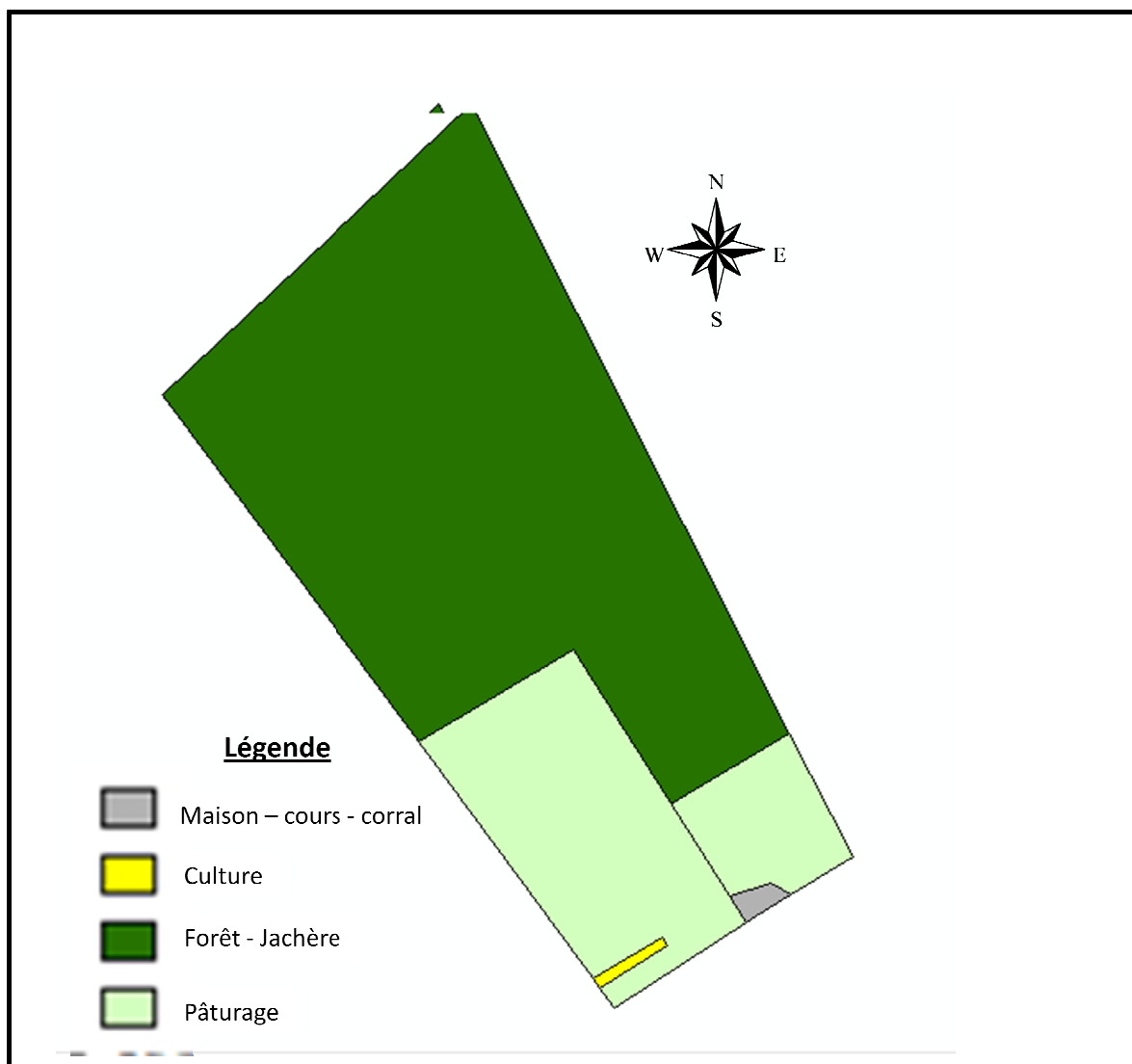
Vieira, ICG., Nepstat, DC., Brienza, JR., S. PEREIRA., 1993. A importância das áreas degradadas no contexto agrícola e ecológico da Amazônia. Em: Ferreira, E.J.G. Santos, G.M., Leão, E.I., Oliveira, L.A (Eds.). *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia*. Vol. 2. INPA, Manaus, AM. 43-53.

Walker, R.T., Moran, E. and Anselin L., 2000. Deforestation and cattle ranching in the Brazilian Amazon : external capital and households process. *World Development*, 28 (4): 683-699.

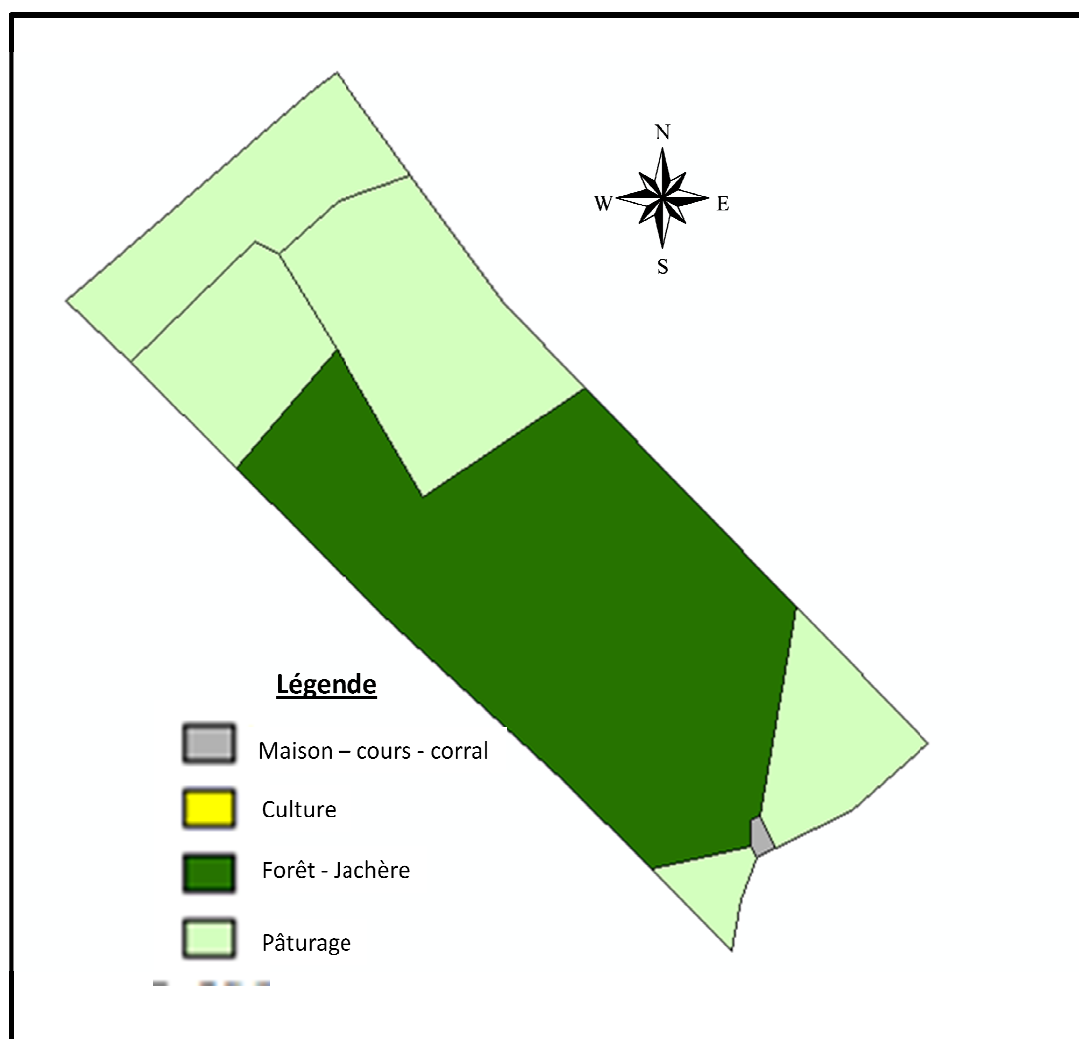
ANNEXES

Annexe 1 : Plan des établissements suivis

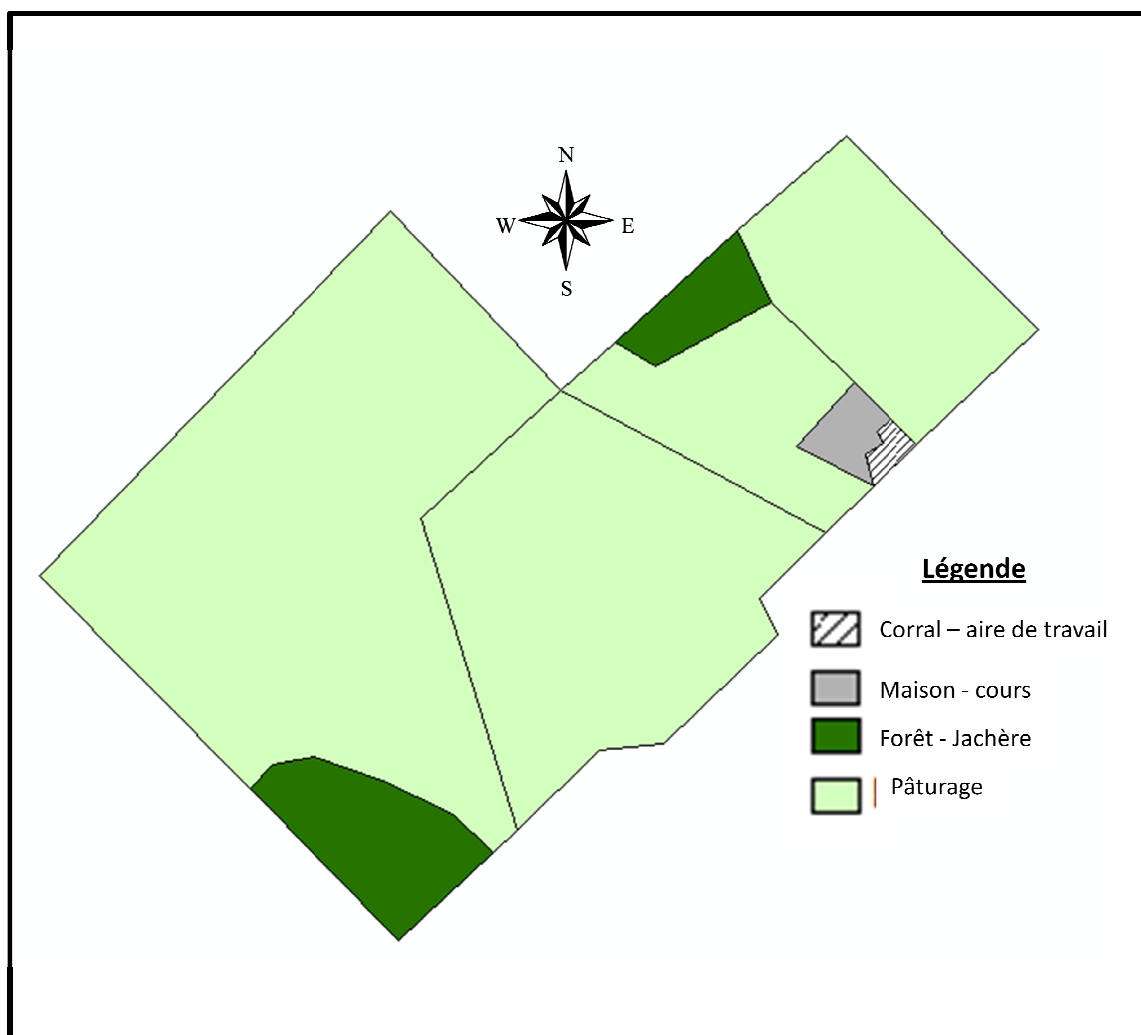
Etablissement A



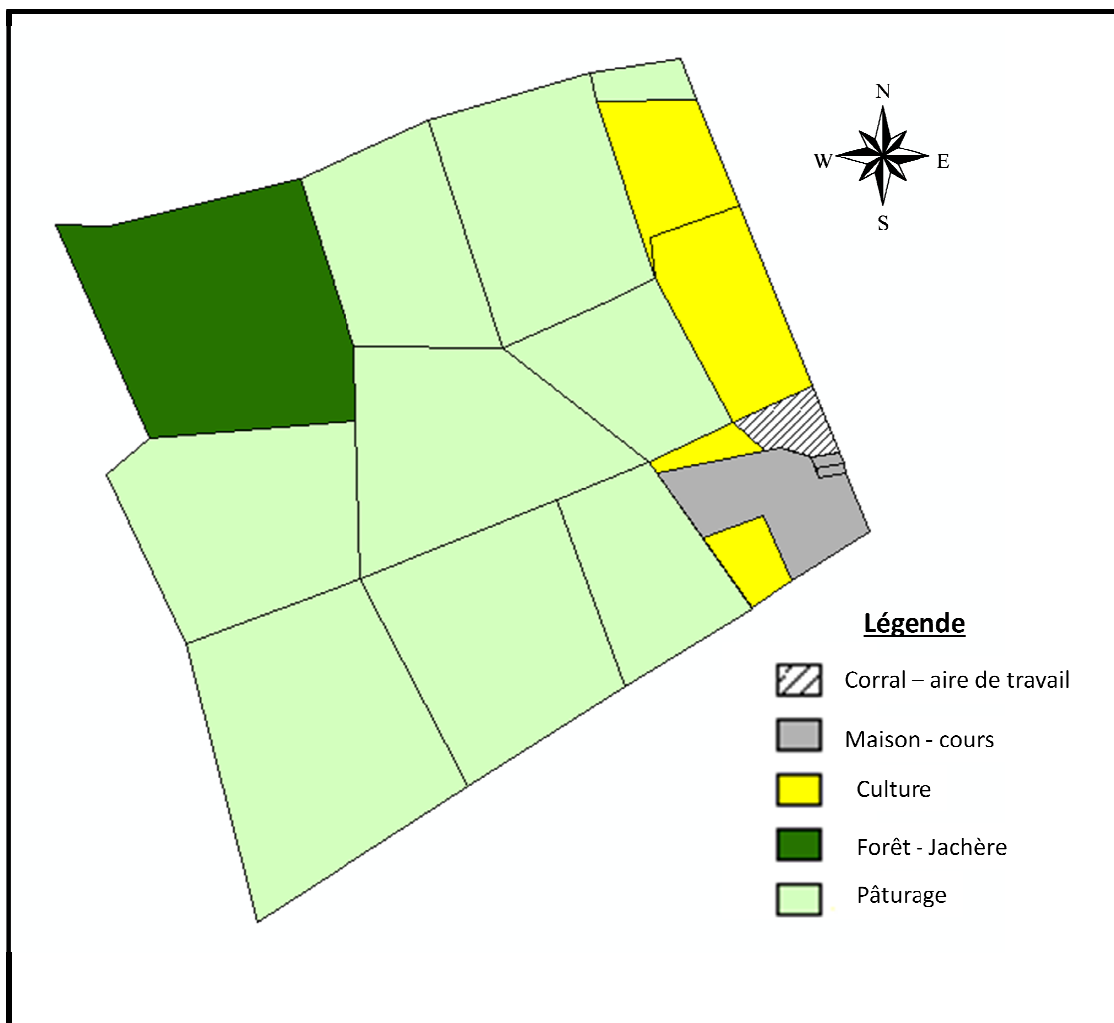
Etablissement B



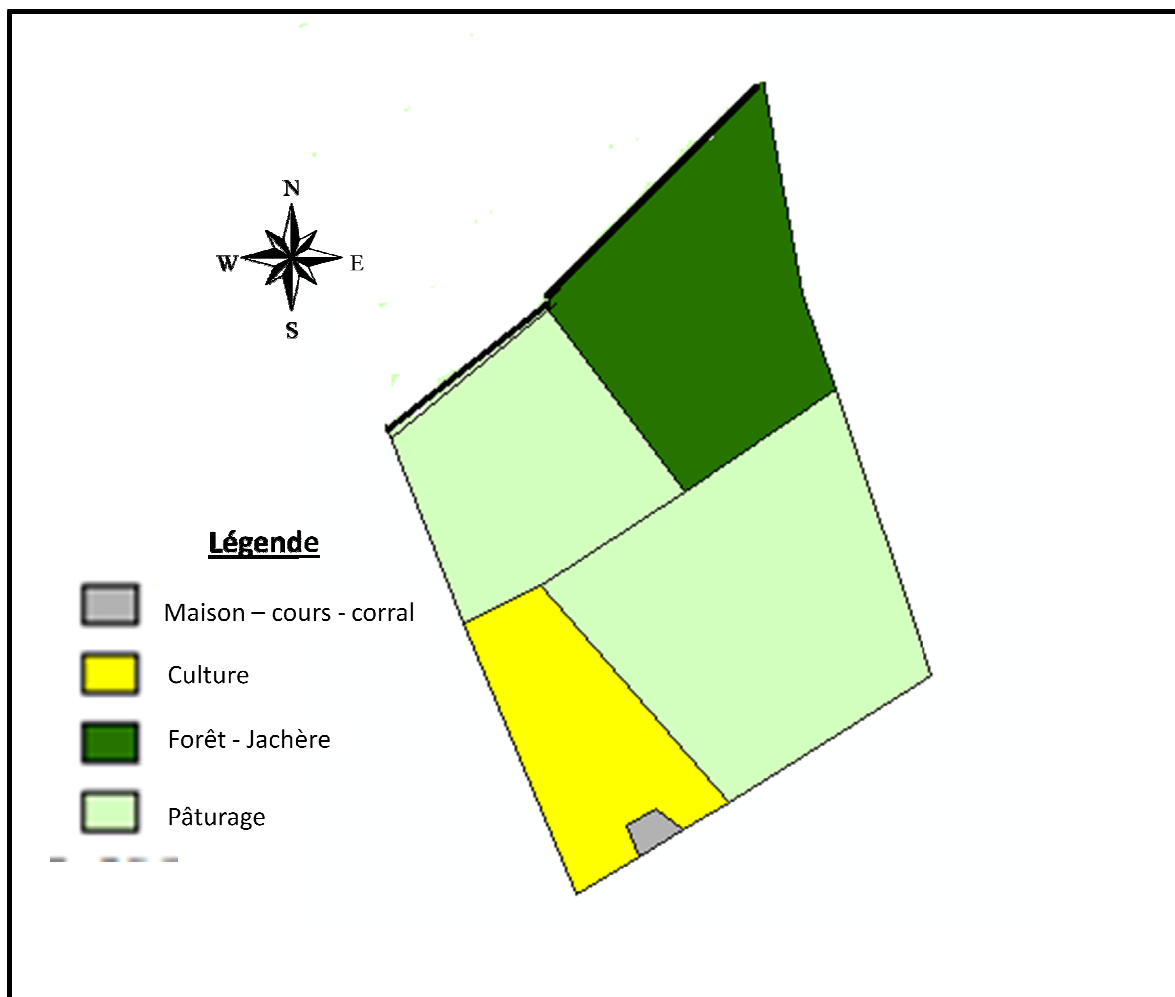
Etablissement C



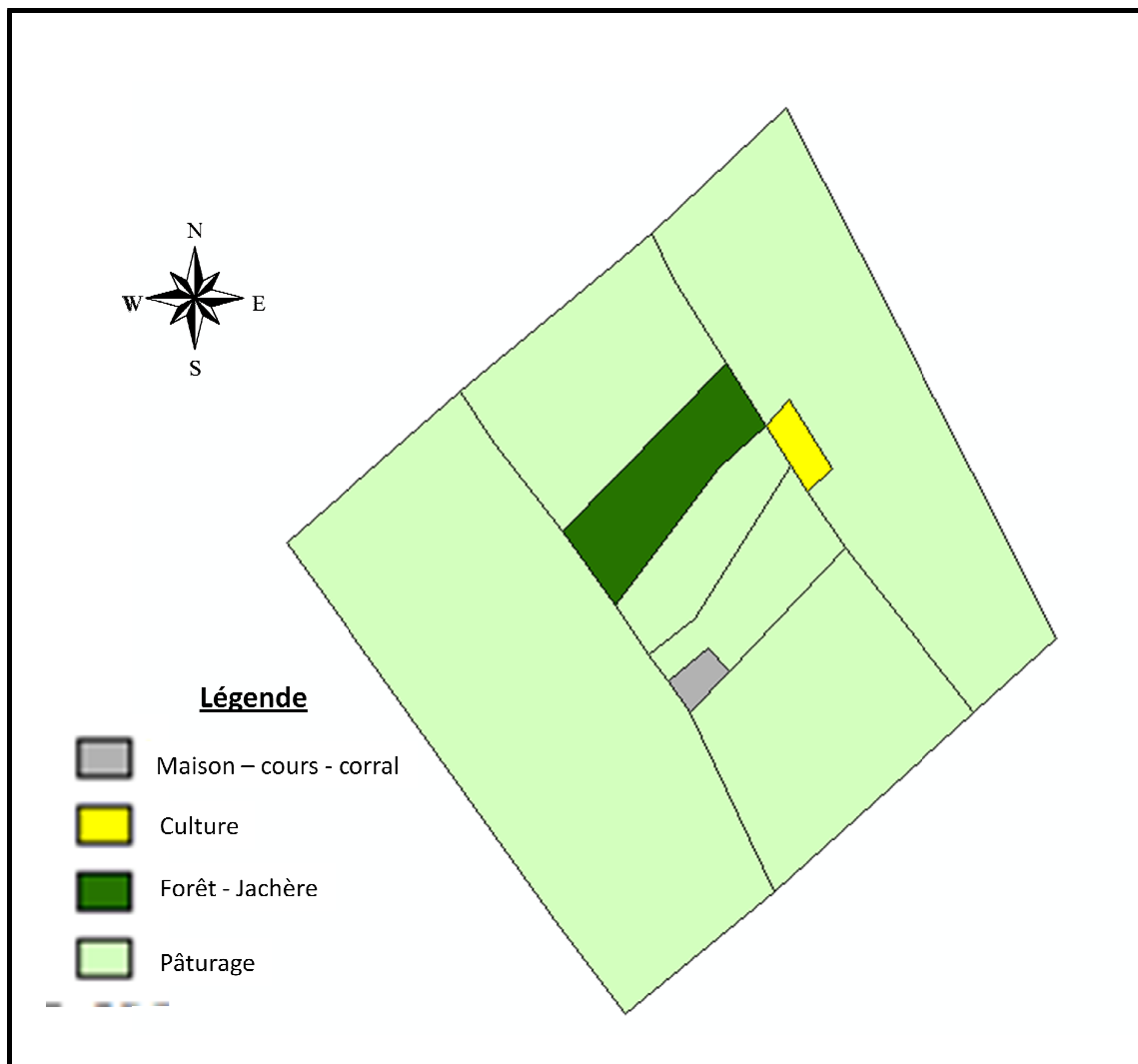
Etablissement D



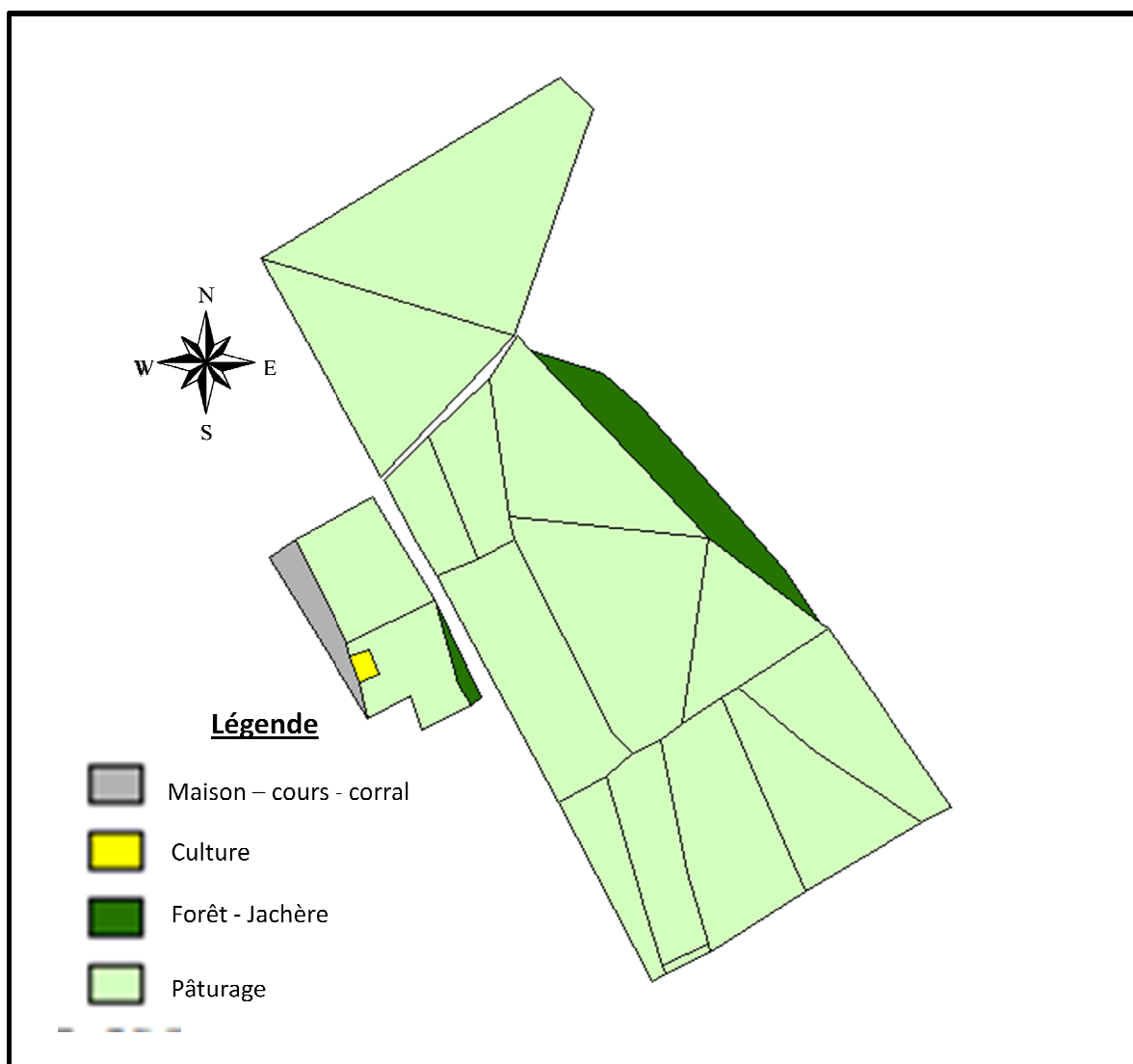
Etablissement E



Etablissement F



Etablissement G



Annexe 2 : Calendriers de pâture des établissements suivis (mars 2009 – février 2010)

Etablissement A

Parcs	Ha	mar	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	jan	fév	mar
1	4													
2	12													

 Lot avec tous les animaux (vaches, taurau et veaux)

Etablissement B

Parcs	Ha	mar	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	jan	fév	mar
1	3,5													
2	8,7													
3	4,1													
4	5,2													
5	10,5													

 Chez um voisin (locataire)


 Lot vaches traites+ veaux + 1 taurau

 Lot vaches pas traites + génisses + vau au sevrage

Etablissement C

Parcs	Ha	mar	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	jan	fév	mar
1	3,8													
2	2,9													
3	15,3													
4	9,9													

 Lot vaches traites+ veaux + 1 taurau

 Lot vaches pas traites, génisses + vau au sevrage + 1 taurau

Etablissement D

Parcs	Ha	mar	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	jan	fév	mar
1	6,9													
2	4,8													
3	18,1													
4	15,8													
5	16,1													
6	17,3													
7	12,4													

Etablissement E

Parcs	Ha	mar	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	jan	fév	mar
1	8,6													
2	10,4													

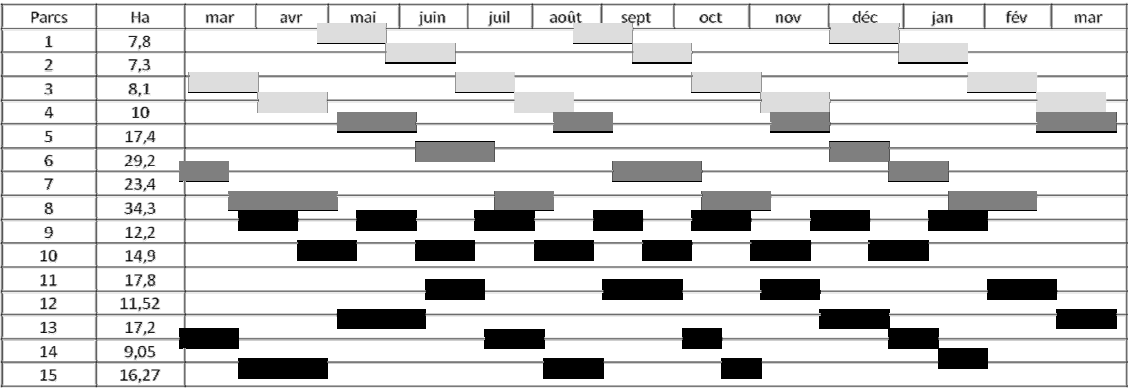
 Lot avec tous les animaux (vaches, taurau et veaux)

Etablissement F

Parcs	Ha	mar	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	jan	fév	mar
1	2,2													
2	2,7													
3	11,1													
4	7,6													
5	3,2													
6	4,2													

 Lot avec tous les animaux (vaches, taurau et veaux)  Veaux au sevrage

Etablissement G



Lot vaches traites+ veaux + 1 taurau

Lot vaches pas traites et génisses + 1 taurau

Lot taurillons

Annexe 3: Questionnaire appliqué à 65 établissements.

A.1 Questionnaires

Questionário sobre a diversidade dos Sistemas de Produção (BH) - Foco na pecuária e nas pastagens -

* Apresentar a pesquisa para o entrevistado antes de começar

Nome entrevistador: _____ Questionário n°

Data: ____/____/____ Início (hora e minutos): Fim (hora e minutos):

1. Identificação do lote e do entrevistado (se possível entrevistar o responsável)

Nome do entrevistado: _____ Idade: _____ anos

Apelido: _____ Sexo () (M/F)

Proprietário: () Sim () Não - Se não, qual outro estatuto: _____

Vive na propriedade? () Sim () Não

Teve algum estudo? () nada () 1 ano () 2 anos () 3 anos ()
outro: _____

Quem vive no lote ou depende dele¹

Nome ²	Sexo (M/F)	Idade
<i>Pessoas que vivem no lote</i>		

<i>Que não vive no lote, mas depende da produção do lote ou dos pais</i>		

Localização e coordenadas para contato (incluir informações precisas para facilitar posterior contato, se possível marcar ponto da sede com GPS, e verificar se tem contato telefônico):

– Informações gerais sobre o lote

Ano de aquisição do lote: _____

Área total da propriedade: _____ (ha/alq.)

Quantos lotes compõem a propriedade? _____

Forma de aquisição do lote: _____

(1-Compra, 2- Colono, 3- Herança, 4- Assentado pelo INCRA, 5.Outra. Qual?)

Situação fundiária do estabelecimento agrícola: _____

(1-posse; 2-título definitivo; 3-concessão de uso; 4-recibo de compra e venda; 5- Outra: qual?)

Quando se instalou/chegou no lote tinha recursos (capital/dinheiro) para investir? ()Sim () Não

- Situação do lote quanto à infra-estrutura externa

Condições da estrada de acesso : () Ano todo
() Parte do ano

(1)Boa (2) Razoável (3) Ruim (4) Péssima

Tem energia elétrica? ()Sim () Não Se sim a partir de quando?

O carro do leite passa na porta? () Sim () Não

Se sim,quando começou a passar?

Se não, a que distância passa?

Antes do carro do leite e do laticínio vendia leite ou queijo?

O carro do leite passa o ano todo sem parar?

Se não, quanto tempo fica sem passar?

Nessa época o Sr.(a) consegue continuar vendendo o leite? () Sim () Não

Tem outra forma fácil de venda/escoamento de produtos da agricultura ou pecuário, fora o carro do leite e o laticínio?

Qual a estrutura de fora do lote que lhe faz mais falta para melhorar:

a) A produção:

b) A condição de vida:

- Atividades Agrícolas e seus destinos

Pecuária Bovina

- Produz leite para venda: () Sim () Não

- Costuma vender os machos, quando: () Bezerros () 1 ano () Novilhos () Boi () Boi gordo

- Para quem vende o gado?

- O preço do gado está bom?

Culturas (fora as pastagens, mas perguntar e incluir aqui, quando for o caso, as capineiras - especificar que cultura)

Cultivos (anuais, perenes e semi-perenes) ¹	Ano de Início	Área atual ²	Destino ³ (c) Consumo (v) Venda	Evolução prevista ⁴

¹ Citar todos, ou quando muito os principais cultivos (ex: arroz, milho, banana, cacau)

² Precisar a unidade usada (ha/alq) - Para as roças: a) Área 2007-08 b) Perguntar sobre quais culturas estão presentes na roça, se for uma roça com várias culturas, citar todas mas apresentar uma só área referente ao total da roça.

³ Se a produção for destinada ao consumo e também à venda, perguntar sobre o destino mais importante, se consumo, marcar “c”, se venda “v”, se a resposta for uma igual importância para os dois, marcar “c+v”.

⁴ (A) Aumentar (D) Diminuir (E) Estabilizar = continuar como está.

Criações (outras além dos bovinos)

Criações ¹	Ano de Início	Finalidade da Produção ²	Destino ³ (c) Consumo (v) Venda	Evolução prevista ⁴

¹ Quando muitos animais informar só quantas matrizes, para poucos animais (jumentos/cavalos) usar total de animais, mas especificar se matrizes ou total.

² Ovos/trabalho – transporte/carne/leite...

³ e ⁴ Idem para tabela anterior.

Como o Sr(a) acha que está a produção geral do lote: - Está bom ()

- Está bom, mas queria melhorar ()

- Está razoável ()

- Está fraco ()

-Outro: _____

Qual é a atividade que o Sr.(a) está investindo mais agora?

- Rendas

Quais as principais fontes de renda agrícola (no máximo 3 fontes)? 1º)

2º)

3º)

Possui outra renda fora agrícola? () Sim () Não

Se sim, quantas pessoas recebem na família: - Aposentadoria: _____

- Bolsa escola: _____ - Outra: _____ Qual? _____

- Quantas pessoas vendem diárias de trabalho _____ Quantas diárias/ano? _____

- Quantas pessoas recebem salários ou remuneração permanente? _____

- A família tem algum rendimento com comércio de qualquer tipo, fora seus próprios produtos agrícolas? () Sim () Não () Sim mas muito pouco.

- Mão-de-obra

Quantas pessoas trabalham regularmente nas atividades do lote:

Da família:....., Salariados:.....

Contrata mão-de-obra temporária: () Sim () Não

Se sim, quando e para quais atividades?:

Quantas diárias/ano?:

Faz troca de mão-de-obra com os vizinhos? () Sim () Não

Se sim, em quais trabalhos: na roça () com os animais () outras culturas ()

na limpeza dos pastos () na formação dos pastos () Outros ()

Quais?_____

- Uso da terra

Repartição das superfícies

Tipo de cobertura vegetal	Ano de chegada*	Atualmente*
Área total de Mata		
Pasto abandonado (Juquira/capoeira com pasto)		
Total de Capoeira		
Média da área de roça anual		
Cultura Perene		
Pasto em uso		

* Especificar a unidade (ha ou Alqueire)

- Rebanho

Em que ano iniciou o rebanho? Com.....cabeças (adultos)

Qual tipo de gado iniciou (corte, leite ou misto)?

Qual tipo de gado atual (corte, leite ou misto)?

Em média quantos animais vende por ano?

Teve algum crédito para compra de gado? () Sim () Não .

Se sim quanto gado comprou:

Composição/Estrutura do rebanho atual

A quantidade de gado varia muito de um ano pro outro?

Se sim, porquê?

Teve alguma época em que o rebanho aumentou bem ou diminuiu muito e por quê?

Onde o rebanho passa a noite? () pasto () curral

O bezerro(a) passa o dia todo com a mãe no pasto? Sim |_| Não |_|

Reprodução e produção

Raça dominante do(s) reprodutor (es): se só um reprodutor marcar com “x” se vários anotar quantos no parêntese.

Nelore () Gir () Mestiço com mais sangue zebu () outro tipo de zebu, qual
Mestiço com raça leiteira..... Se puder, dizer qual.....

Leite:

Em média	Melhor época do ano*	Pior época do ano*
Tem algum período que a quantidade de leite: a) aumenta bastante		
b) cai muito		
c) não tem um período certo no ano onde o leite sobe ou cai		
Tira quantos litros de leite por dia?		
Ordenha quantas vacas por dia?		
Preço por litro		

* Informar os valores perguntados, mas também época do ano (ex:verão, inverno), mas deixar a resposta por conta do entrevistado, que também poderá responder que não há diferença entre época do ano, então preencher só uma célula.

Lotes no rebanho

Quantos lotes de animais tem: Um (), Dois (), Três (), Quatro (), mais
Se mais de um lote, descrever a composição: (Por exemplo: lote 1: vacas e bezerros / lote 2: novilhas / lote 3: machos)

Lotes	Composição dos lotes	Fornecer outro alimento além do pasto
1		
2		
3		
4		

Pastagens: estrutura e utilização

Pastagens atuais em toda propriedade

Piquetes/mangas	1	2	3	4	5	6	7
Área							
Espécie (s) (1)							
Qual a mais adaptada?							
Tendência (2)							

Ano de início de plantio do piquete							
O piquete tem muita juquia (3)?							
Aguada (sim/não)							
Usa atualmente? – há quanto tempo usa ou não o piquete							
Quando começou a colocar gado?							
Como roda o gado no pasto? (3)							
Que tipo de gado/lote coloca nessa manga?							
Tem Cigarrinha (5)							
Outro problema de praga ou doença? Qual ? (5)							
Pedir outra observação para o piquete (ex: mal estabelecido/muito pequeno...)							

(1) Braquiário Quicúio Colônião Braquiária do brejo Mombaça - Outro (especificar)

(2) Para a(s) espécie(s) forrageiras mencionadas: **E** = expandir **M** = manter **S** = Substituir/trocar

(3) A = Não roda o gado nestes piquetes (pastejo contínuo) B = Roda o gado

(4) Exemplo= vacas+ novilhas ou em outro piquete só o touro...

(5) **A** = Ausência **P** = Pouco **R** = Regular **M** = Muito

Área de pastagem total pretendida no lote

Número de ha ou alqueires (explicar pretendida: onde quer chegar/quanto quer ter).....

Alimentação

Além do pasto, qual tipo de alimento fornece para o gado?

() ração: tipo?.....() cana () capim elefante () leguminosas () mandioca

() outros, especificar:.....

Usa sal mineral ou sal comum? () Não usa nada ou muito pouco () usa mais sal comum ; () usa sal mineral misturado com sal comum; () usa só sal mineral preparado na loja.

Controle da juquira / recuperação da pastagem: * Para cada método perguntar frequência

OBS: Pode escolher vários métodos (todos os que usa)

Não faz nenhum controle:.....

Roço:..... vezes por ano, ou 1 roço a cada:.....anos

Capina: vezes por ano, ou 1 capina a cada:.....anos

Herbicida:..... vezes por ano, ou usa a cada:.....anos

Queima: () Sim () Não . Se sim: () queima todo ano – () ou 1 queima a cada.....anos

Em que mês(es) do ano:..... Quantos ha por ano:.....

Já fez gradagem (trator) : () Sim () Não. Se sim, deu certo: () Sim () Não

Quando a primeira vez..... quantos hectares já gradeou no total.....

Experiência / conhecimentos e acesso à informação

Antes de iniciar o rebanho:

Tinha experiência na pecuária? Sim ☐ Não ☐

Experiência com: () gado de leite () gado de corte

Sabia ordenhar? Sim ☐ Não ☐

Com que tipo de pessoas consegue mais informações/novidades sobre a produção animal/pastagem?

MUITO OBRIGADO POR SUA COLABORAÇÃO